S.M.E.
UFFICIO STORICO

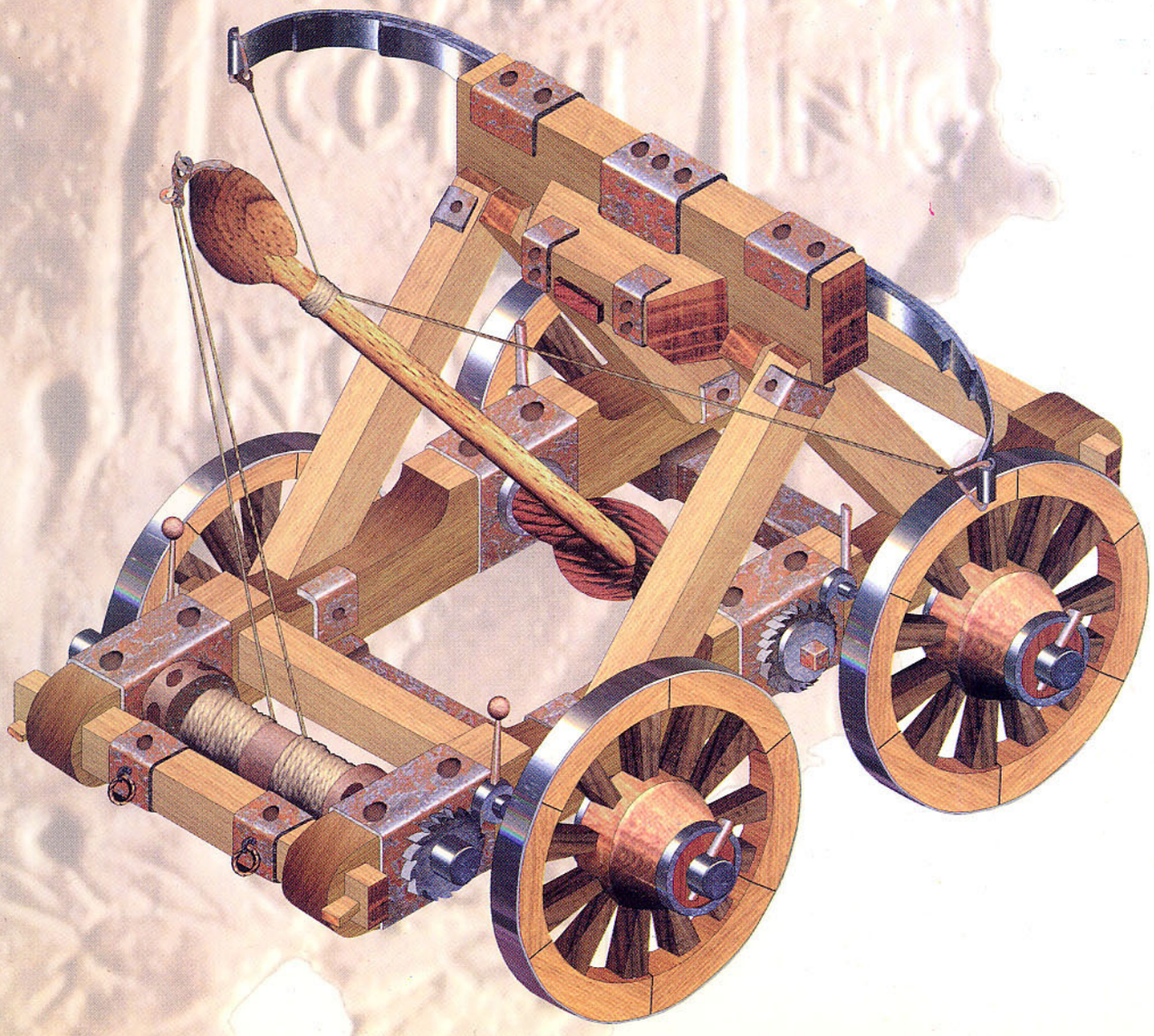
STATO MAGGIORE DELL'ESERCITO
- UFFICIO STORICO -

FERRUCCIO RUSSO

TORMENTA

Venti secoli di artiglieria meccanica

TAVOLE



TORMENTA - *Venti secoli di artiglieria meccanica* - TAVOLE

STATO MAGGIORE DELL'ESERCITO
UFFICIO STORICO

FERRUCCIO RUSSO

TORMENTA

Venti secoli di artiglieria meccanica

TAVOLE

ROMA 2002

PROPRIETÀ LETTERARIA

tutti i diritti riservati.
Vietata anche la riproduzione parziale
senza autorizzazione

© Ufficio Storico SME - Roma

Presentazione

Il volume che segue può considerarsi una sorta di complementare dell'omonimo trattato: per l'esattezza la sua versione grafica. L'esigenza di questa inedita impostazione binata deve ascriversi alla rigida razionalità dell'argomento, e per conseguenza all'ambizione di consentire a qualsiasi lettore, tramite un simile doppio vaglio, di recepirne ogni singola nozione. Finalità che l'autore delle tavole ha ottimamente conseguito, adeguandosi con indubbia perizia agli snodi più complessi dell'esposizione, al punto di renderla quasi del tutto superflua, fatte salve ovviamente le didascalie e le minime precisazioni storiche. Ne è scaturita un'opera autonoma, di per sé esauriente, ad onta della sin troppo vincolante materia.

La ricostruzione grafica adottata allo scopo appare di rilevante suggestione, collocandosi idealmente quasi in posizione assiale tra la fotografia e la pittura. Agevole perciò, anche ai meno versati nella meccanica, captare di siffatte armi qualsiasi dettaglio, dal più elementare dispositivo alla più elaborata sequenza operativa, ammirandone l'originalità e la razionalità. Ammirare macchine da guerra, comunque finalizzate ad uccidere, potrebbe in prima approssimazione sembrare cinico, ma la spiacevole sensazione, ad un più ponderato ragionamento, svanisce neutralizzata dalla percezione degli straordinari benefici che quei congegni introdussero. Del resto, per inciso, va osservato che esse furono il parto di menti quali quella di Pitagora, di Archimede, di Archita, di Erone, per concludersi con quella di Leonardo e di Galileo. Pochi cervelli, senza dubbio, ma ai quali tutti dobbiamo tanto.

Quelle armi, più note come catapulte, baliste, mangani e trabocchi, costituirono la soluzione archetipale di ogni attuale congegno. In esse, infatti, si ravvisa un accumulatore energetico ed un apparato motore capace di trasformarne la riserva potenziale, lentamente immagazzinata, in lavoro cinetico istantaneo. In quanto tali furono perciò il primo stadio attuativo della meccanizzazione.

Venti secoli di macchine da lancio, venti secoli di rifiuto della civiltà tecnologica, venti secoli di sofferenze fisiche e di degradazione dell'uomo a puro motore, altrimenti eliminabili. Le tavole che seguono, e le brevi note relative tendono perciò a fornire una sintesi immediatamente percepibile di tanta cultura tecnica alla quale restiamo quotidianamente tributari. Dall'automobile all'ascensore, infatti, dall'apertura automatica del cancello allo scatto del più modesto interruttore elettrico, dalle ruote dei carrelli dei supermercati a quelli dei grandi jet civili, dal martinetto a cric al dispositivo di carica degli orologi a molla, dal cavalletto del pittore a quello delle telecamere, tanto per citare un insignificante aliquota delle derivazioni, quell'antico apporto continua a sopravvivere e la stringente somiglianza ne certifica la remota paternità. Immagini perciò che ci conducono in una galleria di macchine remotissime mai del tutto scomparse. Un ambito contraddistinto dal trionfo della forza della ragione e non da quello della ragione della forza.

Una storia quindi di ingegno, di forza, di coraggio.

Il Capo Ufficio Storico
Col. Enrico PINO

Prefazione

Le artiglierie meccaniche come tutte le realizzazioni umane il cui impiego si è protratto a lungo nel tempo, subirono nel corso della loro bimillenaria esistenza numerosi perfezionamenti. Tra questi in particolare lo sfruttamento dell'energia elastica accumulata in una matassa sottoposta a torsione, dalla cui denominazione latina deriva la denominazione comune di ***Tormenta***. Per agevolare la comprensione della presente ricerca, si è optato per una serie di tavole restitutive a forte connotazione realistica. Chi volesse approfondire la dinamica di quelle innovazioni troverà nell'omonimo trattato esaurienti spiegazioni. Ad ogni buon conto, essendo pur sempre rappresentazioni tecniche si imponeva una stretta aderenza ai criteri di costruzione geometrica, gli unici che ne avrebbero consentito non solo l'esatta proporzione ma anche la giusta collocazione nello spazio. Dopo una serie di prove, non di rado deludenti, l'ambizioso traguardo è stato conseguito adottando un inedito compromesso perfettamente congruo alla necessità. Le superfici bianche racchiuse dalle linee di contorno del disegno di base, sono state 'vestite', o forse 'carrozzate', con scansioni digitali dei materiali che nella realtà costituivano effettivamente la singola parte in questione. Ne è scaturita una immagine accattivante, la quale ad onta della rigidità provocata dall'assonometria garantiva una migliore percezione per la sua affinità con la fotografia.

Volendo meglio precisare il criterio di lavoro si sono utilizzate riproduzioni di diversi legni, dalla quercia al castagno, dal noce al pino, curando di posizionarle secondo la trama e secondo la logica costruttiva. Per meglio evidenziare il gioco degli incastri fra le parti della macchina assemblate magistralmente, si è ricorso all'adozione, in questo caso senza dubbio convenzionale, di essenze a forte contrasto discordanti con la realtà, ma non assurde in assoluto.

Discorso sostanzialmente identico anche per la componentistica metallica. In particolare i pezzi in bronzo sono stati abitualmente resi senza alcuna patinatura da ossidazione, tipica di tale lega. Pertanto l'aspetto è quello che ostentavano nelle prime ore di servizio. Il dettaglio, precipuo della migliore modellistica, consente una puntuale lettura della sagoma, non opacizzando e non appiattendo le figure, privandole di risoluzione e brillantezza. Per il ferro, invece, non rivestendo la sua presenza una analoga rilevanza meccanica, né una pari complessità funzionale, ci si è attenuti ad una più plausibile raffigurazione, ovvero con un velo di ruggine. In pratica la connotazione che assume dopo una sola nottata di esposizione all'aria, specie se salmastra.

Una spiegazione a parte richiede l'assenza di scale grafiche sulle tavole, ritenute superflue o perché le dimensioni delle macchine sono riportate nelle didascalie o perché desumibili dal diametro della matassa elastica nei modelli base pari a cm 10.

L'intero apparato iconografico, in conclusione, si integra in maniera armonica, con rappresentazioni progressivamente più dettagliate, modalità tipica di un ipertesto. Tanto per esemplificare, partendo dallo schema di un ancoraggio per matasse a torsione, si passa alle flangie in bronzo, raffrontate ai relativi ritrovamenti. E' la volta quindi di un supporto esploso di una singola matassa, premessa di un intero gruppo motopropulsore. Il percorso visivo si esaurisce con la tavola della relativa macchina, ed in qualche caso con quella dei suoi dettagli meccanici più sofisticati, quali il dispositivo di scatto od il verricello. Non ultimo con le impronte dei suoi proietti conservate a Pompei dal Vesuvio.

Flavio Russo

Dove e Quando

Dalle arcaiche Macchine Ossidionali alle prime tracce delle Artiglierie Meccaniche

TAVOLA I

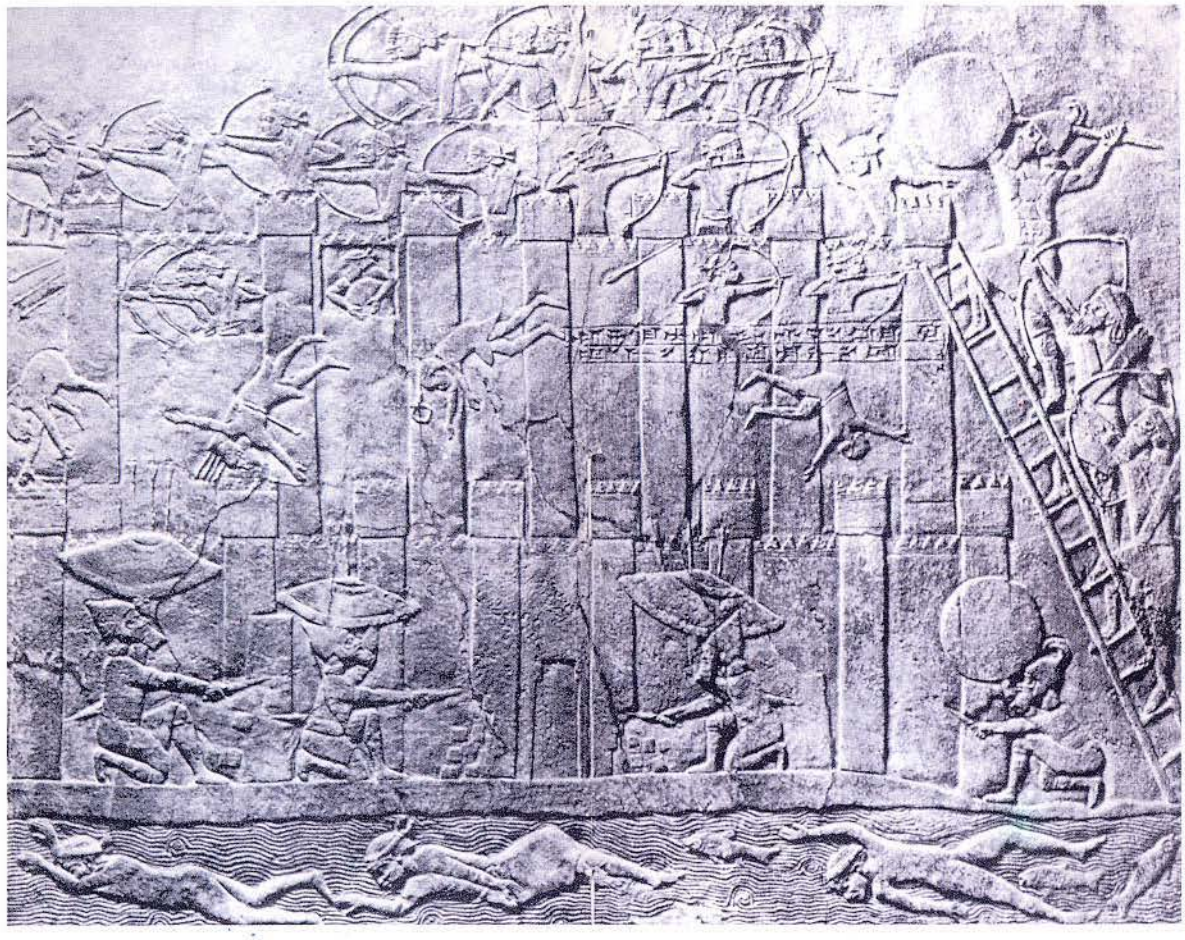
A- Bassorilievo assiro raffigurante una scena d'assedio con scala

Stando ai rinvenimenti archeologici la fortificazione ha costantemente accompagnato l'uomo negli ultimi 10.000 anni. Nessuna civiltà, in nessuna epoca, ne andò esente anche quando si sviluppò in assoluta autonomia ed isolamento. Sebbene nelle opere più moderne nulla ricordi le primordiali, il criterio ispiratore di entrambe è pur sempre il medesimo: evitare il predominio della violenza. Il conseguimento di tale esito presuppose, e presuppone ancora, un accorto dosaggio di due antitetiche soluzioni: incrementare le potenzialità offensive dei deboli e ridurre al contempo quelle dei forti. Idealmente lo stesso risultato sarebbe derivato sottraendo i primi alle aggressioni dei secondi, cioè rendendoli irraggiungibili. Ed è plausibile che quello fu il punto di partenza della vicenda, una sorta cioè di corazza collettiva o, con analogia attuale, una sorta di rifugio antiatomico.

In breve dalla palizzata si passò alla cerchia di terra e quindi di pietre, approdando ad anelli murari di impressionanti dimensioni. La dinamica offensiva, pertanto, mutò: non potendo in alcun modo sperare di violarne lo spessore, nè la continuità, tentò di sormontarle. L'ingenua scala a pioli fu la sola macchina ossidionale per quasi sette millenni, ritrovandosene la raffigurazione in numerosi bassorilievi assiri. Altezza ed altissimo divennero pertanto sinonimi di intangibilità, attributi reale e divino per antonomasia.

B - Bassorilievo assiro raffigurante una scena d'assedio con ariete ruotato e corazzato

Solo agli albori della Storia si maturò il concetto di urto quale fattore disgregante: concetto, peraltro mai più abbandonato, sebbene l'urto sia passato dall'impatto di una grossa trave all'esplosione di una testata termonucleare. Ed anche di tale rivoluzionaria fase della tecnologia bellica se ne ritrova esplicito riscontro nei bassorilievi assiri.



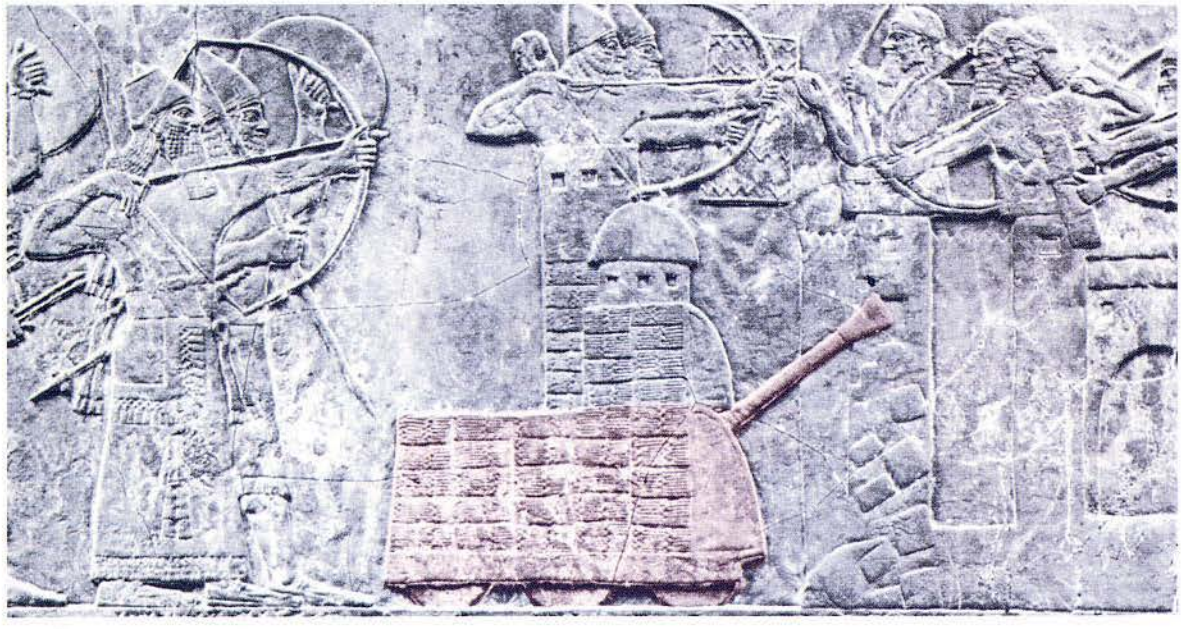
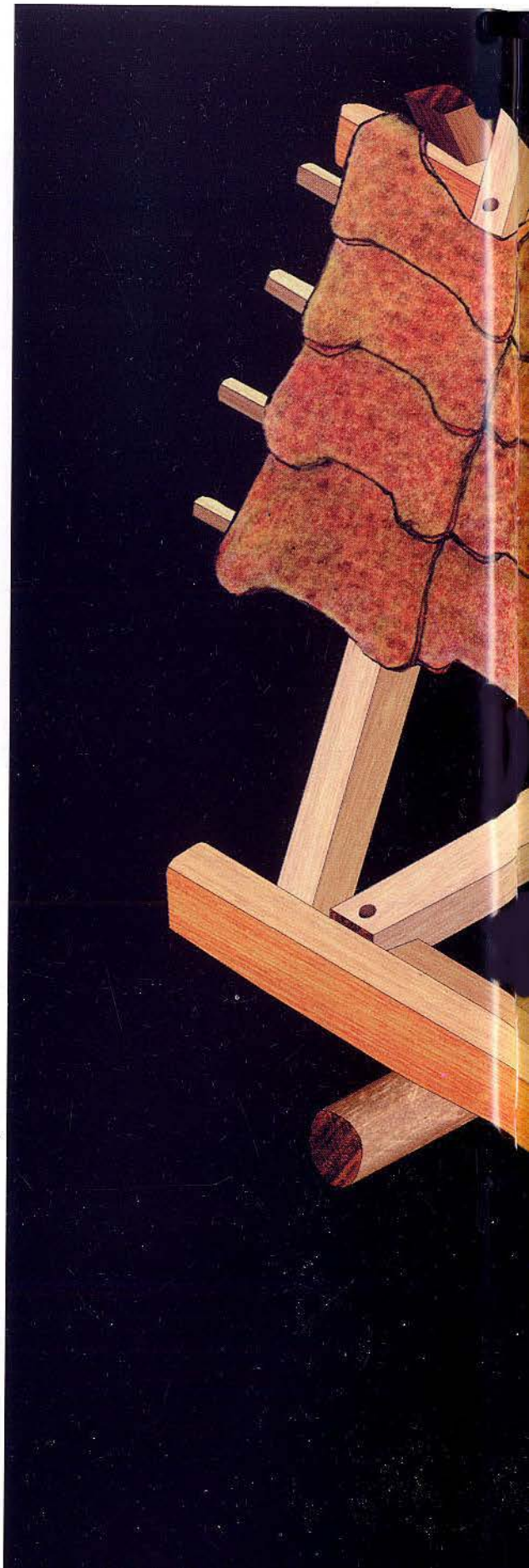


TAVOLA II

Ariete testudinato di tipo standard impiegato dalle legioni romane

Prendendo spunto dal tipico e violento cozzare dei giovani arieti nella stagione degli amori, intorno al V secolo a.C. fu accentuata l'energia cinetica residua di una trave battente incrementandone la massa. Lo scopo fu conseguito adattandovi all'estremità una pesante protuberanza di bronzo a forma di testa d'ariete. Il congegno ebbe, ovviamente la denominazione di 'ariete' e costituì, da solo o combinato con altre macchine un'immancabile presenza in tutti gli investimenti ossidionali per quasi tre millenni. In quel lunghissimo periodo conobbe innumerevoli varianti, alcune ruotate, altre oscillanti, sospese ad apposite incastellature mobili. Si sa di arieti giganteschi mossi da oltre mille uomini, o accelerati da apposite rampe inclinate. I Romani, pratici come sempre ne realizzarono di dimensioni modeste, compatibili con il trasporto terrestre e con la protezione a doppio spiovente delle testuggini, al riparo delle quali operavano i serventi. La ricostruzione grafica ne fornisce una plausibile raffigurazione del modello base. Il suo approccio alle mura nemiche avveniva tramite rulli di legno e la blindatura tramite strati di pelli bovine appena scuoiate, praticamente ignifughe e durissime da perforare. L'orditura lignea sulla quale venivano collocate, come embrici di terracotta, era realizzata con notevole inclinazione, a somiglianza appunto del tetto delle capanne dei montanari, per deviare lateralmente i massi scagliati dagli assediati. In epoca più recente la struttura venne trasformata, impiegandosi massicce capriate sulle quali insisteva uno spesso tavolato, a sua volta blindato con piastre di ferro.



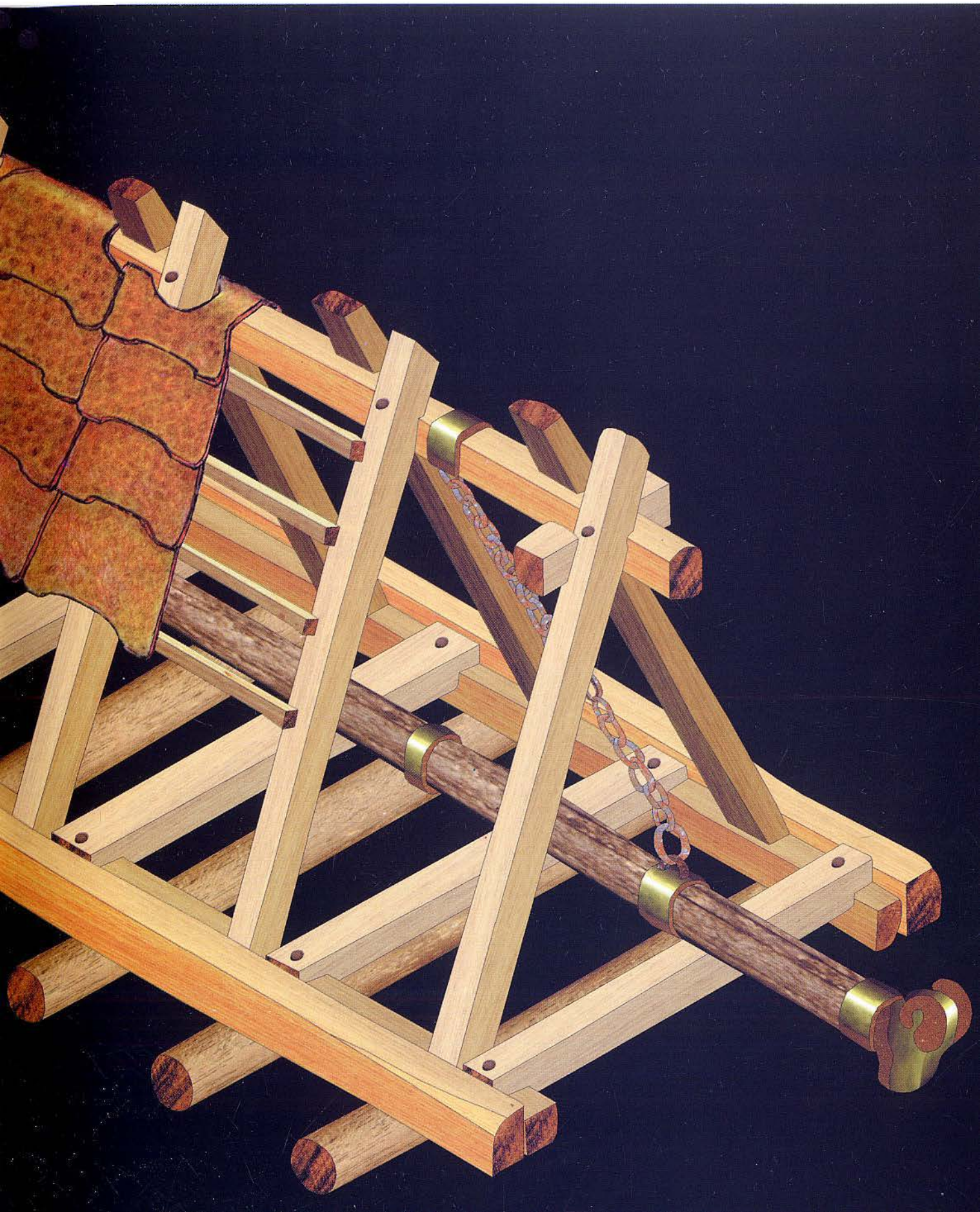


TAVOLA III

A - Siracusa: Ortigia, con evidenziata l'area che ancora conserva i probabili ruderi del palazzo di Dionisio

La comparsa dell'ariete concluse il predominio passivo della fortificazione. Il rimedio escogitato consistette nell'impedire l'accostamento nemico alle mura, vuoi mediante ampi e profondi fossati, vuoi incrementando le piattaforme per gli arcieri. Disgraziatamente per loro, munendo di merli la sommità delle cortine, dovendovisi affacciare al momento del tiro divennero un facile bersaglio. Indispensabile perciò collocarli dietro le mura stesse, in prossimità di sottili feritoie, dette arciere. La soluzione, senza dubbio efficace dal punto di vista difensivo, si dimostrò troppo penalizzante da quello offensivo. Saettare dardi attraverso una sottile fessura costringeva ad attendere che l'attaccante comparisse nel suo ristretto settore visivo. Ma a quel punto tra l'incoccare e lo scoccare la freccia, intercorreva un tempo talmente lungo che la potenziale vittima il più delle volte si sottraeva, ignara, alla minaccia. Impossibile peraltro restare con l'arco armato anche per pochi minuti: occorreva munirlo di un dispositivo che consentisse di mantenerlo così a tempo indeterminato, fornendogli inoltre una stabilità d'appoggio.

Al riguardo, intorno alla metà del primo millennio a.C. circolavano voci che laddove si produceva la seta qualcosa del genere esisteva. Molto verosimilmente i Fenici riuscirono a cooptarne il criterio informatore, lasciando in eredità ai Cartaginesi un'arma micidiale. Di certo, o per le suddette dicerie o per diretta esperienza maturata negli scontri con i soldati di Annibale, il tiranno di Siracusa, Dionisio il Vecchio, a partire dall'avvento del IV secolo a.C. si interessò attivamente della faccenda. Grazie alle enormi ricchezze disponibili riuscì a conseguire risultati sbalorditivi, in parte ancora visibili nei ruderi della sua più famosa fortificazione, il cosiddetto Castello Eurialo, la prima opera progettata per artiglierie meccaniche.

B - Siracusa: ruderi di Castello Eurialo, la prima fortificazione progettata per artiglierie meccaniche

Il fulgore del mare e la luminosità dell'aria non sono mutati in 24 secoli, così pure il modesto rilievo calcareo, a levante della moderna Siracusa, sul quale biancheggia, ora come allora, l'incerta mole di castello Eurialo. Le analogie, però, terminano qui. Il brulichio di turisti che si aggirano stupiti nella torrida estate intorno alle sue grandi pietre disgregate dal tempo non somiglia neppure lontanamente al brulichio degli operai che si prodigavano freneticamente, nella torrida estate del 402 a.C., ad aggregare quelle stesse grandi pietre. Ai vibranti incitamenti di un giovane condottiero alle esperte maestranze sono subentranti gli stanchi richiami delle guide ai distratti visitatori.

Solo a pochi studiosi quei resti celano ancora qualcosa: troppo avveniristica la loro concezione, troppo sofisticato il loro impianto, troppo evoluta la tattica sottesa per la cultura dell'epoca. E la sensazione non appare affatto immotivata perché proprio quelle possenti muraglie, quegli enormi triplici fossati incisi nella roccia, quei misteriosi camminamenti sotterranei furono semplicemente il guscio di una tipologia di armi rivoluzionarie. Armi tanto protese nel futuro che il precipuo criterio informatore è il presupposto dell'attuale tecnologia. Proprio lì, infatti, si compì la gestazione delle macchine, ovvero dei congegni dotati di una riserva energetica, di un motore e di una sequenza operativa.

Artiglieria meccanica a flessione

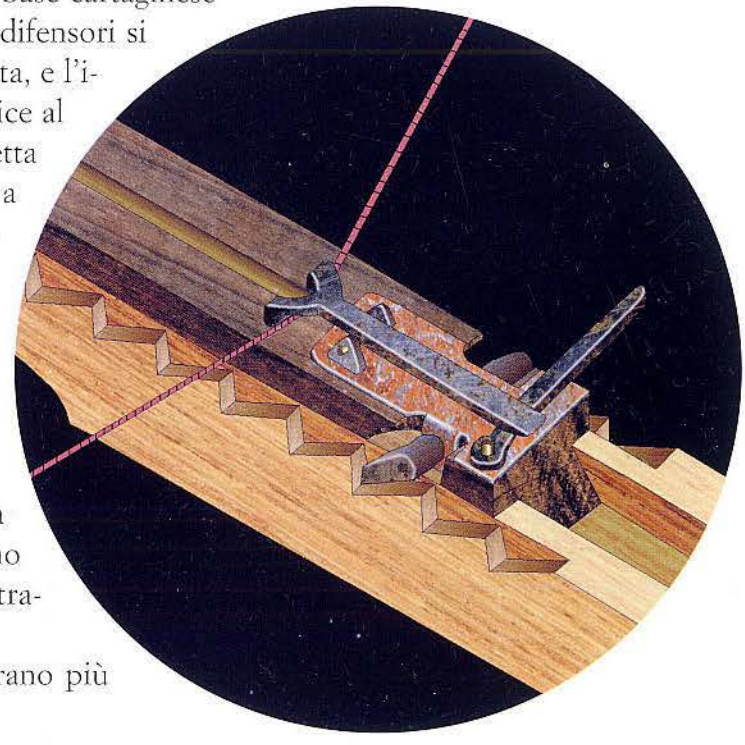
Dal Gastrafete Manesco alla grande Ballista

TAVOLA IV

Ricostruzione grafica di un arcaico *gastrafete* manesco. A differenza della più moderna balestra, la corda non era trascinata da un arpione fino al bloccaggio dello scatto, ma dal bloccaggio stesso fissato ad una slitta scorrente nel teniere, munita superiormente del canale di lancio. Pertanto bloccandone l'estremità anteriore contro un muro e spingendo dall'opposta l'intera arma con la parete dello stomaco, da cui il nome, se ne provocava il caricamento. Per evitarne accidentali ritorni una coppia di nottolini, impegnandosi nelle due cremagliere laterali del fusto, fungeva da arresto retrogrado.

Quando il tiranno di Siracusa, Dionisio il Vecchio, avviò il suo grandioso programma di riarmo non era ancora né tiranno né vecchio. A soli ventotto anni, già da tre *stratego autocrate*, l'ambiziosissimo comandante supremo intuita l'imminenza di una violentissima aggressione cartaginese si prodigò per frustrarla. Oltre ad una straordinaria produzione di armi convenzionali i suoi maggiori sforzi vennero diretti a creare delle micidiali macchine d'assedio e da lancio la più modesta delle quali fu il *gastrafete* manesco. Per tale traguardo fece ricorso alla forza persuasiva del denaro, ingaggiando i migliori cervelli dell'epoca. Dalla Grecia, dall'Italia e soprattutto da Cartagine, tecnici e scienziati, attratti dalle munifiche condizioni di ingaggio, affluirono a Siracusa. Per tutti un'unico obiettivo: in caso di successo ulteriori laute ricompense. Quali armi vennero allora effettivamente inventate appare impossibile da stabilire: molto verosimilmente tante superbe intelligenze non si limitarono al semplice *gastrafete* individuale, peraltro correntemente attribuito a Zopiro di Taranto.

Di certo nel 399 a.C. Dionisio ed i suoi tecnici schierano dei misteriosi congegni intorno a Mozia, la munitissima base cartaginese in Sicilia. Dall'alto degli spalti i difensori si sganasciano dalle risate a tale vista, e l'ilarità e gli scherni attingono l'apice al comparire della flotta. Con perfetta accostata le navi si dispongono a spazzare via quelle informi cataste di legname. In pochi istanti, però, le grida euforiche si trasformano in urla di terrore: i colpi scagliati dagl'incomprensibili ordigni schiantano gli scafi, massacrando gli equipaggi. Con frenetiche manovre le unità ancora capaci di farlo guadagnano il largo, lasciando Mozia al suo tragico destino.



Le artiglierie meccaniche non erano più un'arma segreta!

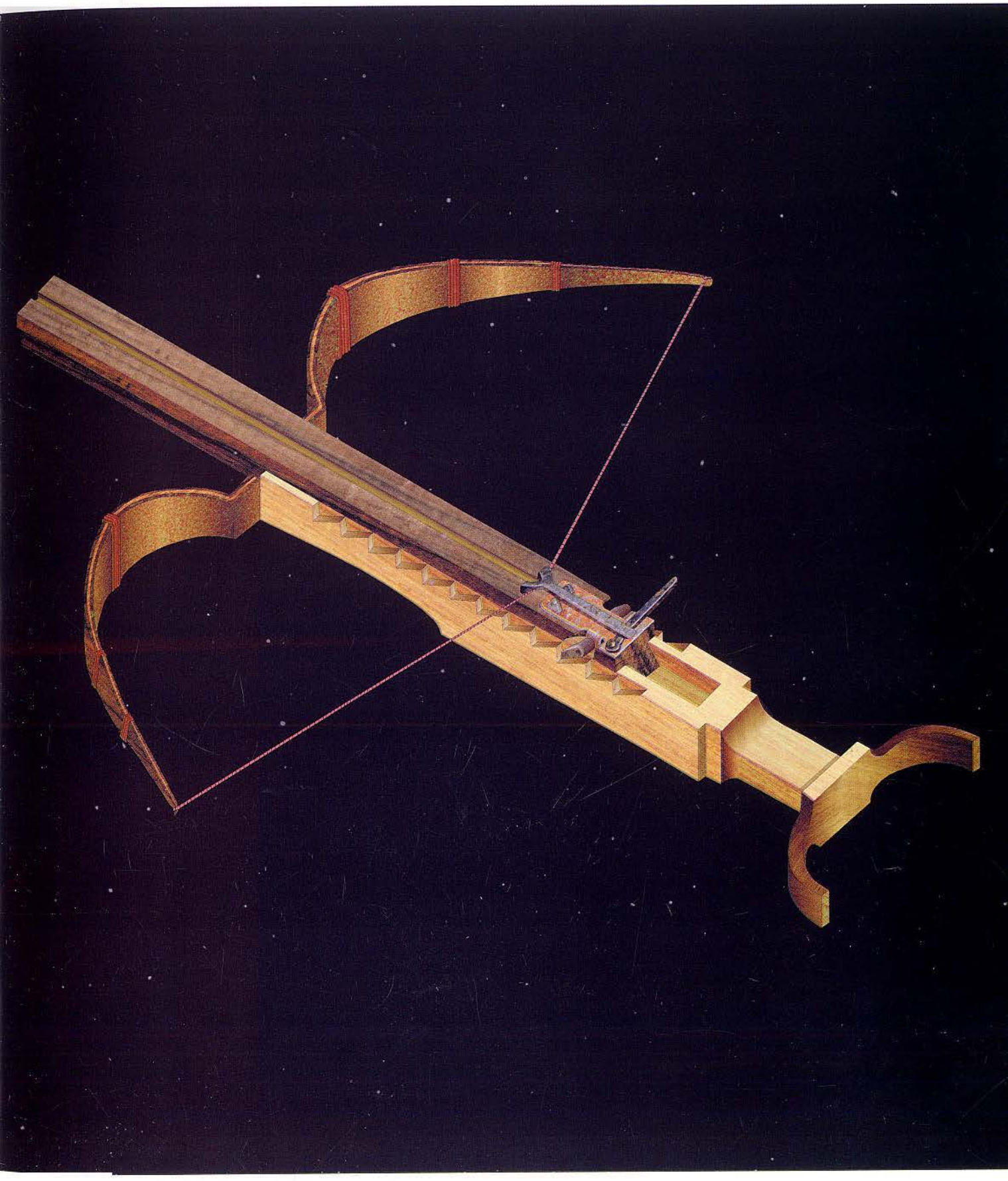
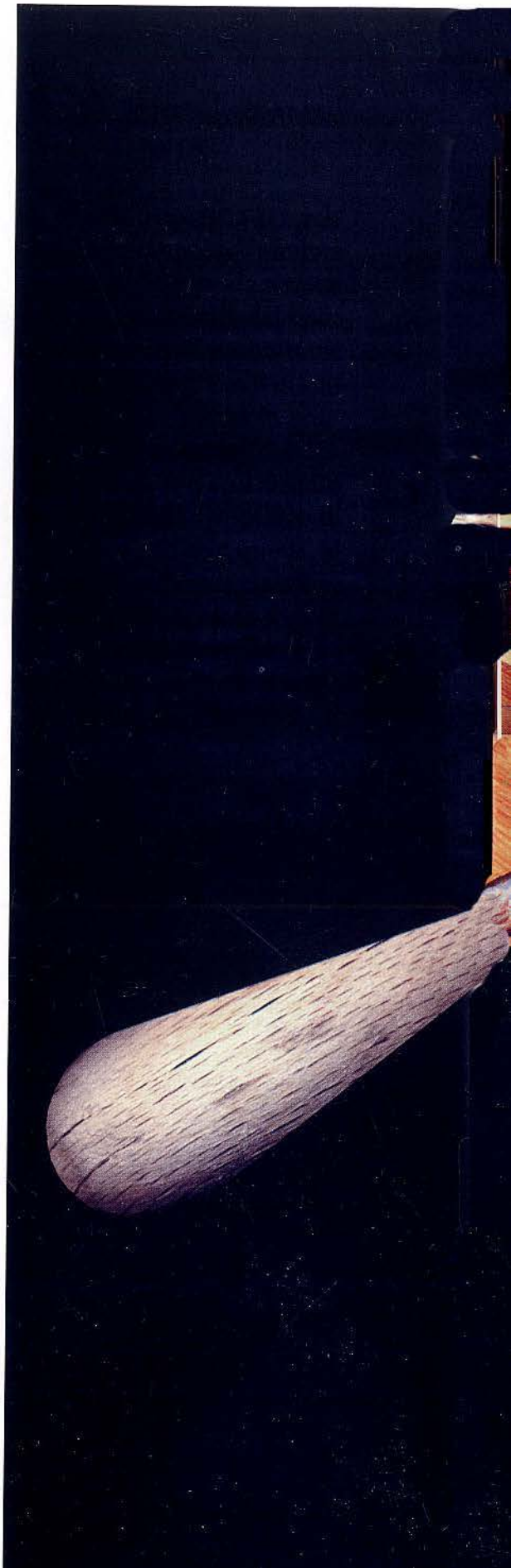


TAVOLA V

Dettaglio del dispositivo di scatto del ***gastrafete***. Stando alle più attendibili interpretazioni delle fonti sembrerebbe che fosse costituito da una sorta di forcella basculante, supportata da una piastra di ferro fissata, a sua volta, all'estremità posteriore delle slitta. Con l'arma pronta al tiro i due rebbi della forcella, configurati a cuneo con lo spigolo in basso, venivano fatti aderire strettamente alla piastra, o alla superficie della slitta, tramite una leva forzata sotto la coda della forcella stessa. La corda così trattenuta scaricava sui rebbi la fortissima tensione dell'arco, sollecitandoli a sollevarsi. Rimossa la leva, mediante una parziale rotazione, quel movimento si effettuava istantaneamente liberando la corda. Questa trascinata dall'arco rientrava violentemente alla sua posizione di riposo, accelerando lungo il canale il dardo ad essa anteposto.

Va osservato che tale dispositivo per la sua perfetta quanto semplice ed affidabile concezione non fu più modificato. Pertanto deve considerarsi l'unica componente delle artiglierie meccaniche elastiche che sopravvisse immutata per l'intero loro arco esistenziale protrattosi per oltre un millennio. La sola variazione che conobbe fu di tipo dimensionale per adattarsi alla potenza delle diverse macchine.

Nel grafico, ai lati della piastra è stata rappresentata una coppia di maniglie destinata a facilitare il caricamento dell'arma, anche quando il tiratore restava carponi dietro i parapetti. È perciò probabile che fosse presente sugli esemplari più evoluti del ***gastrafete*** manesco, sebbene al riguardo i testi classici tacciano completamente.



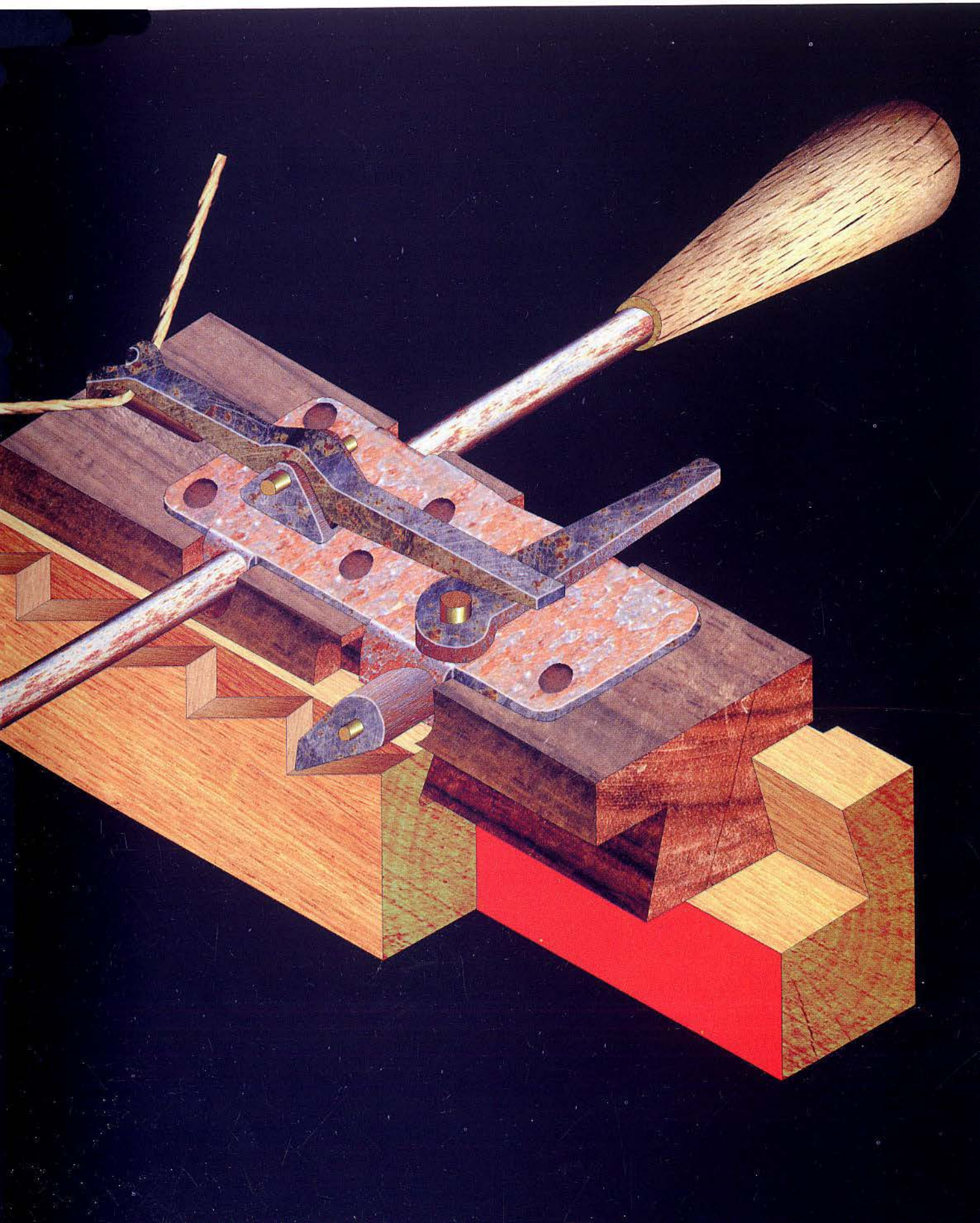
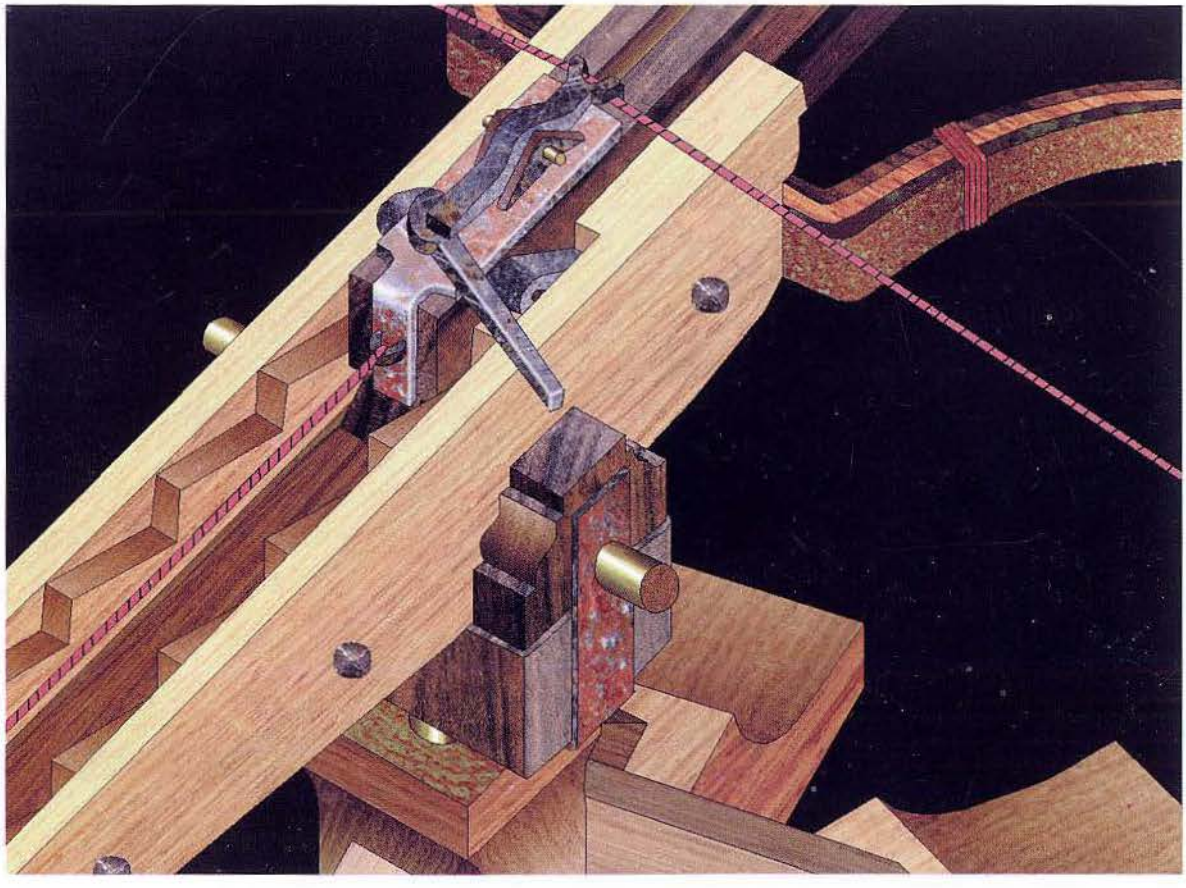


TAVOLA VI

Ricostruzione grafica del grande ***gastrafete*** di Zopiro. Sebbene dalle fonti il prototipo sembri caratterizzato da due canali di lancio per il tiro simultaneo di una coppia di verrettoni, una sorta quindi di antesignana artiglieria binata, la configurazione appare scarsamente credibile. Il tiro, infatti, essendo contemporaneo avrebbe generato due traiettorie parallele intervallate di pochi centimetri: in pratica entrambi i dardi si sarebbero conficcati nello stesso momento nello stesso bersaglio, senza alcuna vantaggio di sorta. Pertanto potrebbe ritenersi una elucubrazione posteriore arbitrariamente attribuita a Zopiro: per le suddette motivazioni non compare nei grafici.

Per il resto l'arma presenta una serie di novità basilari destinate a permanere sostanzialmente immutate nei millenni successivi. Tra queste l'adozione di un affusto a tre piedi, antesignano dei cavalletti per mitragliatrici e camere da ripresa tele-foto-cinematografiche. Altra fondamentale intuizione fu quella di interporre un giunto universale tra l'arma ed il suo affusto, in modo da garantirle la rotazione nel piano orizzontale, ***brandeggio***, e verticale, ***basculamento***. Intorno al XVI secolo il medesimo giunto sarà riscoperto dal Cardano, divenendo da allora il notissimo ed onnipresente ***giunto cardanico***. Infine la straordinaria resistenza alla flessione dell'arco fu superata da Zopiro con l'adozione di un verricello posizionato posteriormente al fusto, soluzione anche questa destinata a non essere più dismessa nelle artiglierie meccaniche.



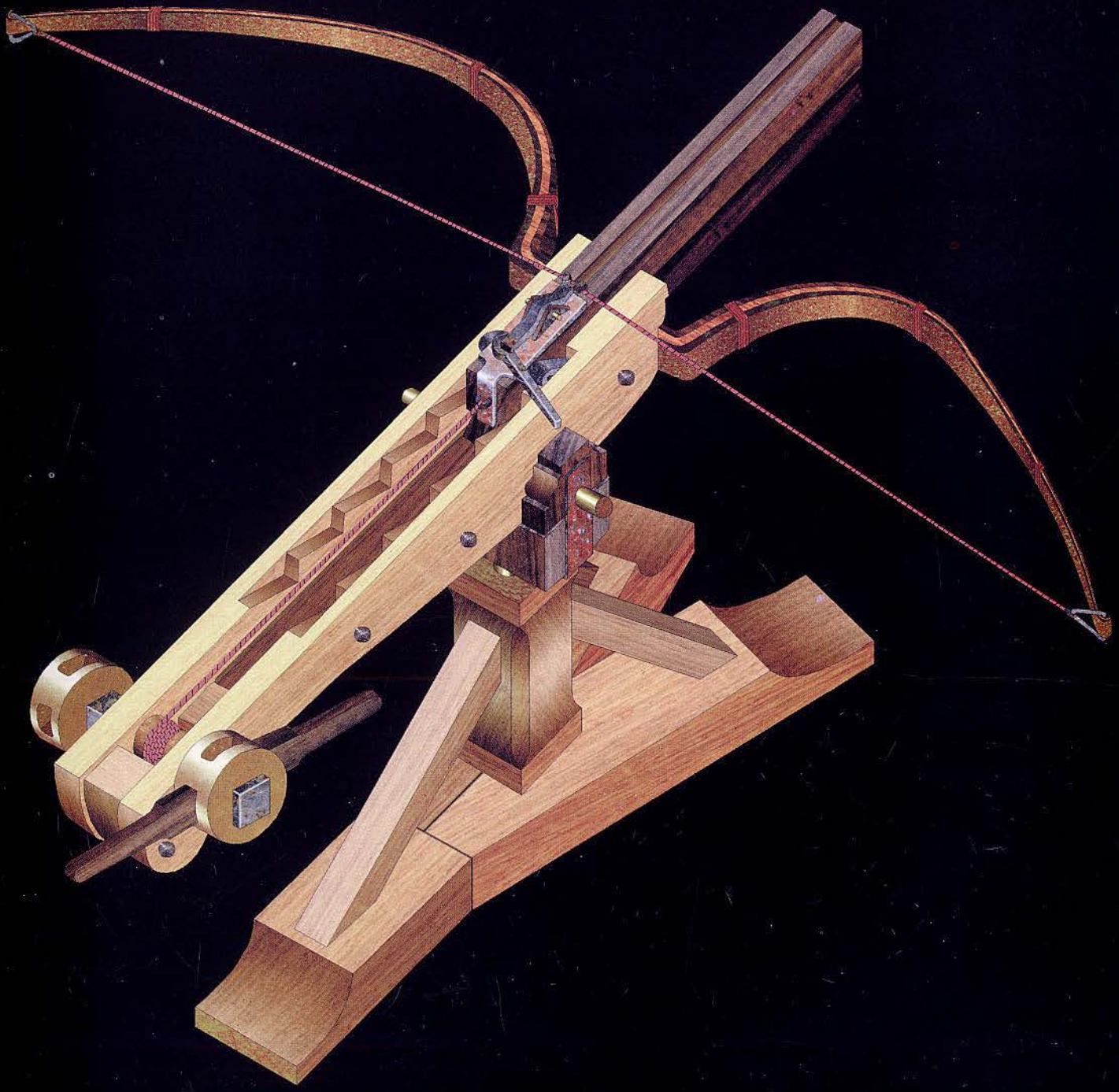
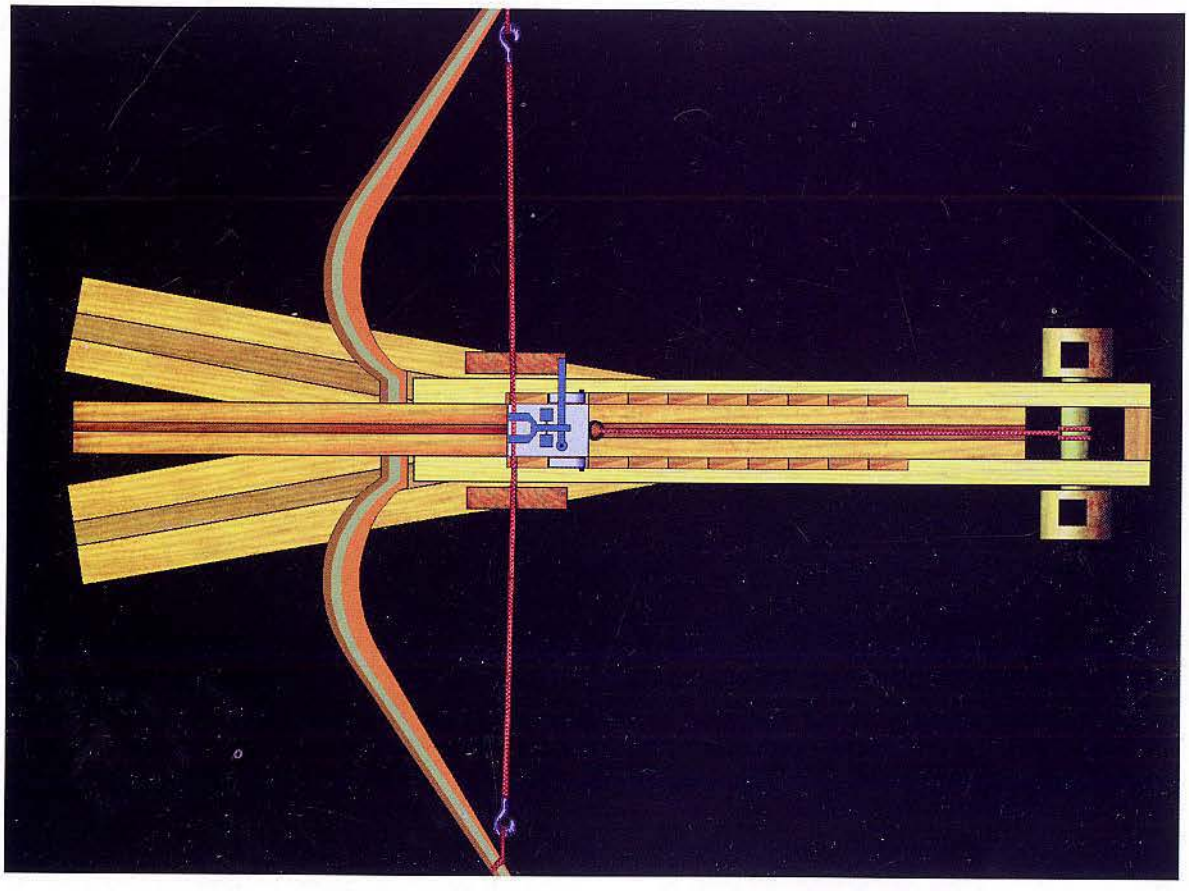


TAVOLA VII

Grande *gastrafete* di Zopiro: pianta, prospetto laterale e prospetto frontale. Le dimensioni originali della macchina risultano espresse in dattili, pari ciascuno a circa 19 mm.

Da quanto in precedenza accennato alcune delle scarse fonti attribuiscono a Zopiro l'invenzione del *gastrafete*. In particolare fu Bitone, autore di un trattato di poliorcetica a tramandarci la notizia. Disgraziatamente non potremmo mai appurarne la fondatezza: i pochi dati cronologici disponibili sembrano smentirla del tutto. Di Zopiro, infatti, sappiamo appena che fu un ennesimo filosofo meccanico di origine tarantina, più vicino di Eraclide all'epoca di Archita, collocandosene l'attività intorno alla metà del IV secolo a.C. Il che lo distanzierebbe almeno di mezzo secolo dalla supposta invenzione siracusana. Del resto anche geograficamente Bitone frammenta la sua attività collocandola dapprima a Mileto e successivamente a Cuma, nei pressi di Napoli, dettaglio che farebbe intravedere una sorta di tecnico ambulante, e non già uno studioso sedentario, ed in quanto tale divulgatore e non inventore. Per cui il misconosciuto ingegnere, o matematico, o filosofo meccanico, potrebbe motivatamente ritenersi piuttosto l'artefice del grande *gastrafete,* propriamente definito *catapulta,* che del *gastrafete* manesco, leggermente più antico.



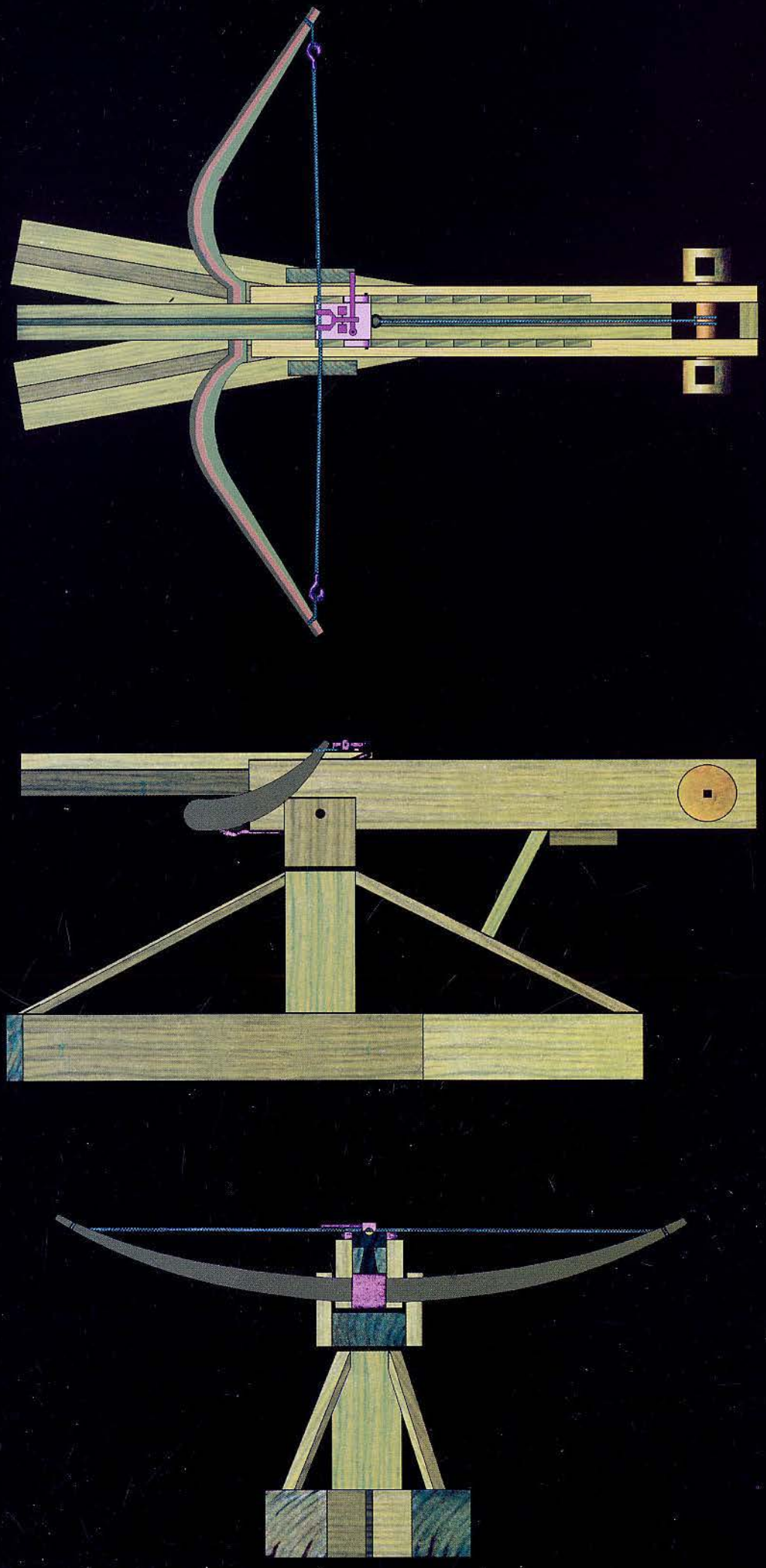
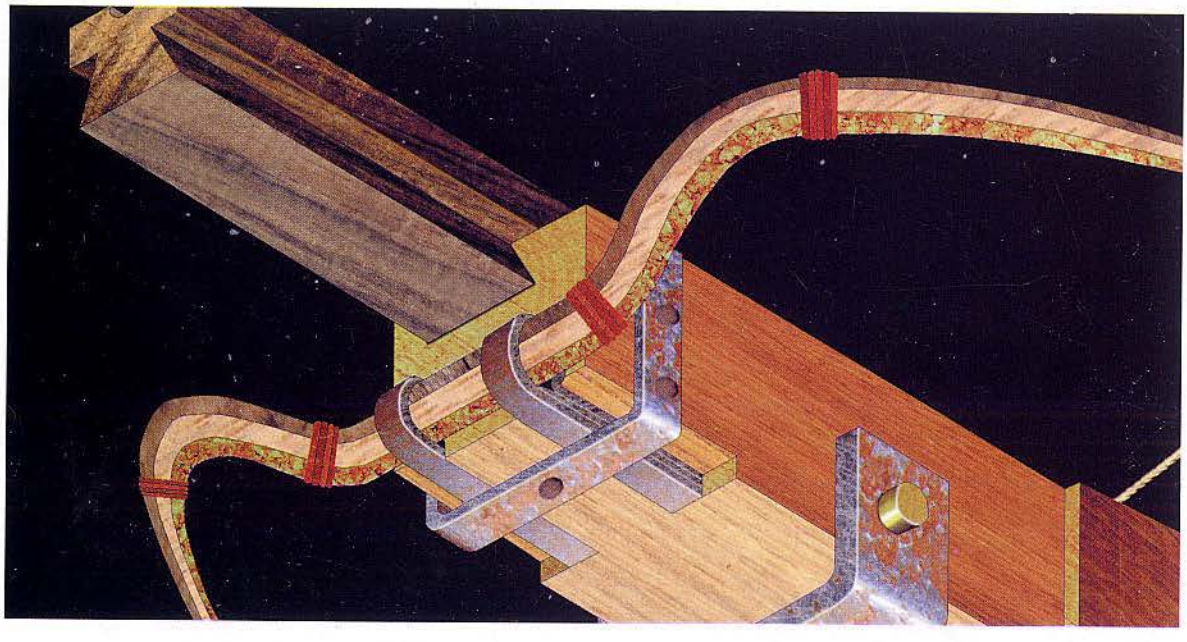


TAVOLA VIII

Ricostruzione grafica del *gastrafete* da montagna di Zopiro. Stando alla descrizione di Bitone il *gastrafete*, in realtà piuttosto una *catapulta*, insiste sopra di un affusto la cui base a T risulta contenuta in un rettangolo di circa m 1.5x1, costruito con travi di legno spesse una trentina di centimetri. Contenuta pura la larghezza dell'arco la cui corda non eccede i 7 piedi, poco più di m 2, con una sezione trasversale centrale massima di cm 8. Il giuntaggio tra l'arco ed in fusto avviene tramite una opportuna staffa di ferro posta ad anello intorno al primo e terminante con alcune bandelle da incastrarsi in un apposito alloggiamento del secondo. Rapida e semplice la manovra di assemblaggio e di scomposizione dell'arma, che una volta ridotta in pezzi abbastanza piccoli si prestava egregiamente al trasporto anche in ambienti angusti quali le casamatte scavate nel tufo.

Il *gastrafete* di montagna al di là della facile assonanza non fu affatto un arma destinata ad operare sulle montagne. Mancavano le relative truppe ed i relativi nemici. Stando al solito Bitone, del resto, l'invenzione di siffatta artiglieria avvenne a Cuma, ovvero, conoscendo i trasporti dell'epoca, per Cuma, e più precisamente per le sue celebri fortificazioni trasformatesi, dopo la dismissione, nel tenebroso antro della Sibilla. Il pezzo quindi, più che per sopra la montagna sarebbe stato ideato per dentro la montagna, cioè per poter essere collocato e spostato lungo le gallerie scavate alla base della collina tufacea della rocca di Cuma. La conferma della supposizione si coglie non tanto nelle dimensioni alquanto contenute dell'arma quanto piuttosto nella facilità di montaggio e smontaggio del suo arco sul fusto tramite una apposito giunto di ferro, condizione indispensabile per la movimentazione nelle anguste gallerie dalla caratteristica sezione trapezoidale.

Quanto esposto confermerebbe indirettamente l'invenzione della catapulta da parte di Zopiro ed il carattere itinerante della sua attività.



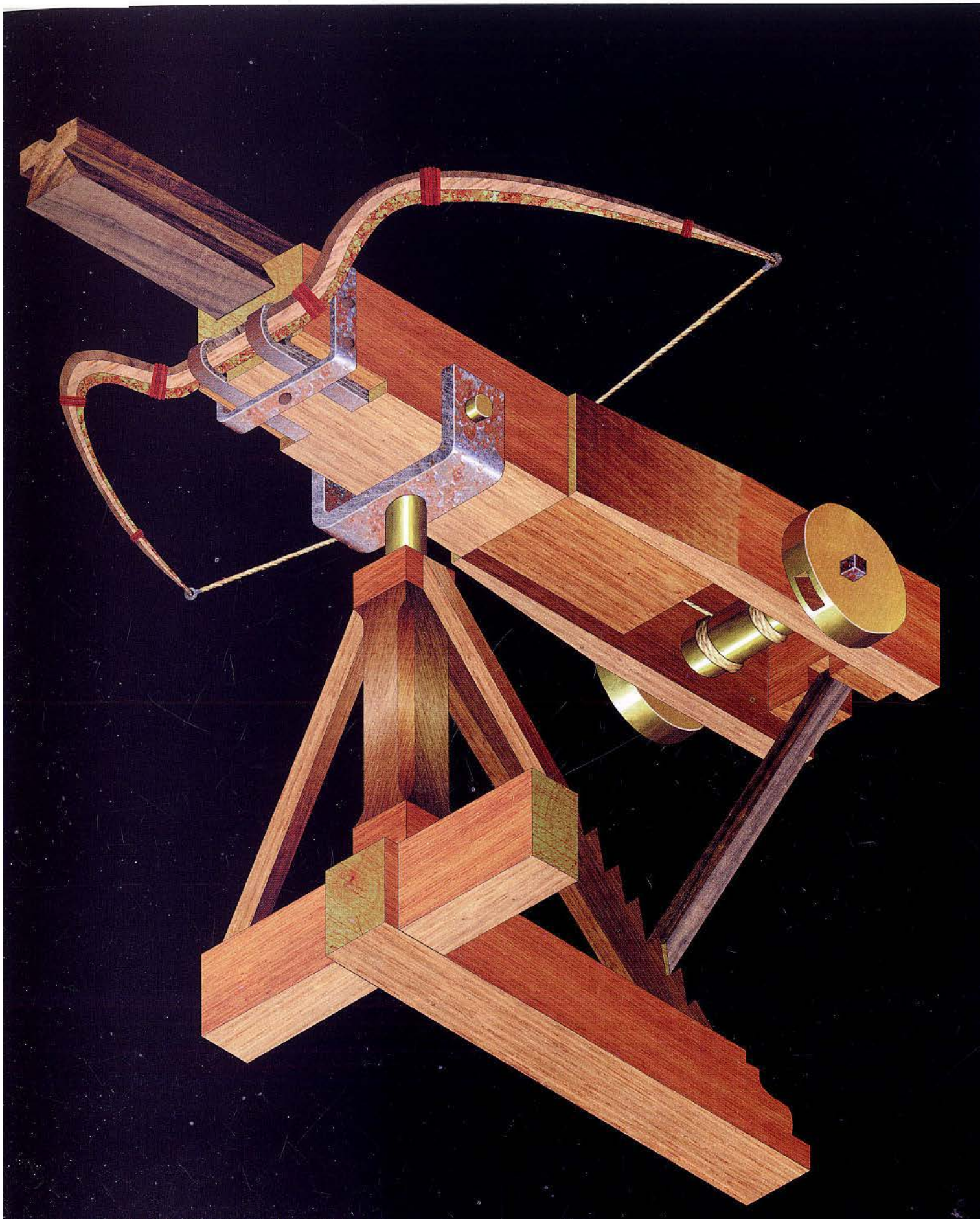
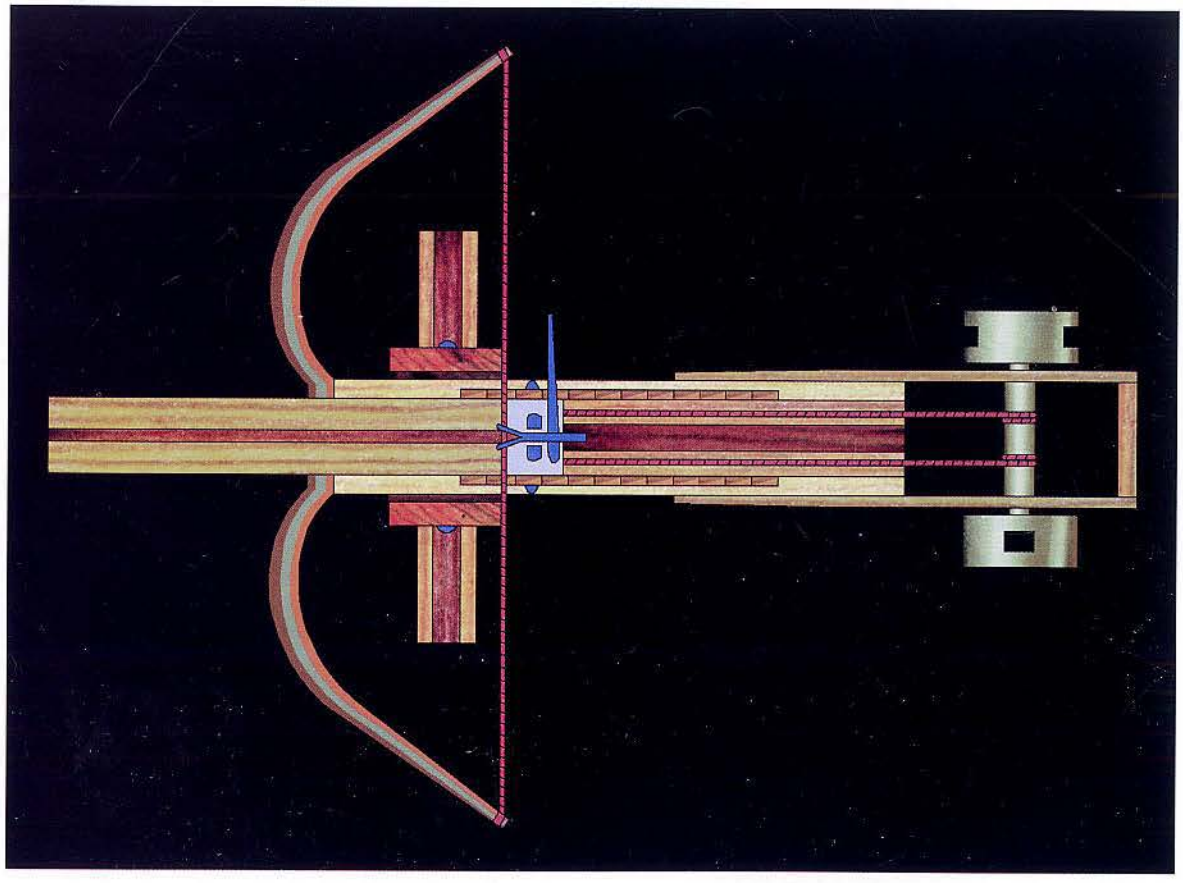


TAVOLA IX

Pianta, prospetto laterale e prospetto frontale del *gastrafete da montagna* di Zopiro. Le dimensioni originali della macchina risultano espresse in dattili, ciascuno pari a mm 19.

Va osservato che sebbene anche questa artiglieria a flessione venga ricordata come *gastrafete* da Bitone, deve in realtà considerarsi una delle antesignane *catapulte*. Etimologicamente il vocabolo risulta composto dalla particella greca *xatà,* col senso di 'attraverso' e dal termine *peltè,* che per i Greci definiva il piccolo scudo rotondo usato dagli arcieri. In pratica perciò un'arma capace di tirare tanto velocemente e potentemente da trapassare gli scudi, prestazione precipua di un dardo. Quando il suo allestimento la rendeva idonea a scagliare piccole palle di pietre, veniva definita *ballista* di chiara interpretazione etimologica. Intorno al II-III secolo dell'epoca volgare si ebbe una singolare inversione delle rispettive denominazione: la *ballista*, mutò dapprima in *balistra* per divenire quindi balestra, arma destinata al lancio di verrettoni, mentre la *catapulta* divenne la macchina, per lo più di grandi dimensioni, impiegata per il lancio di palle di pietra.



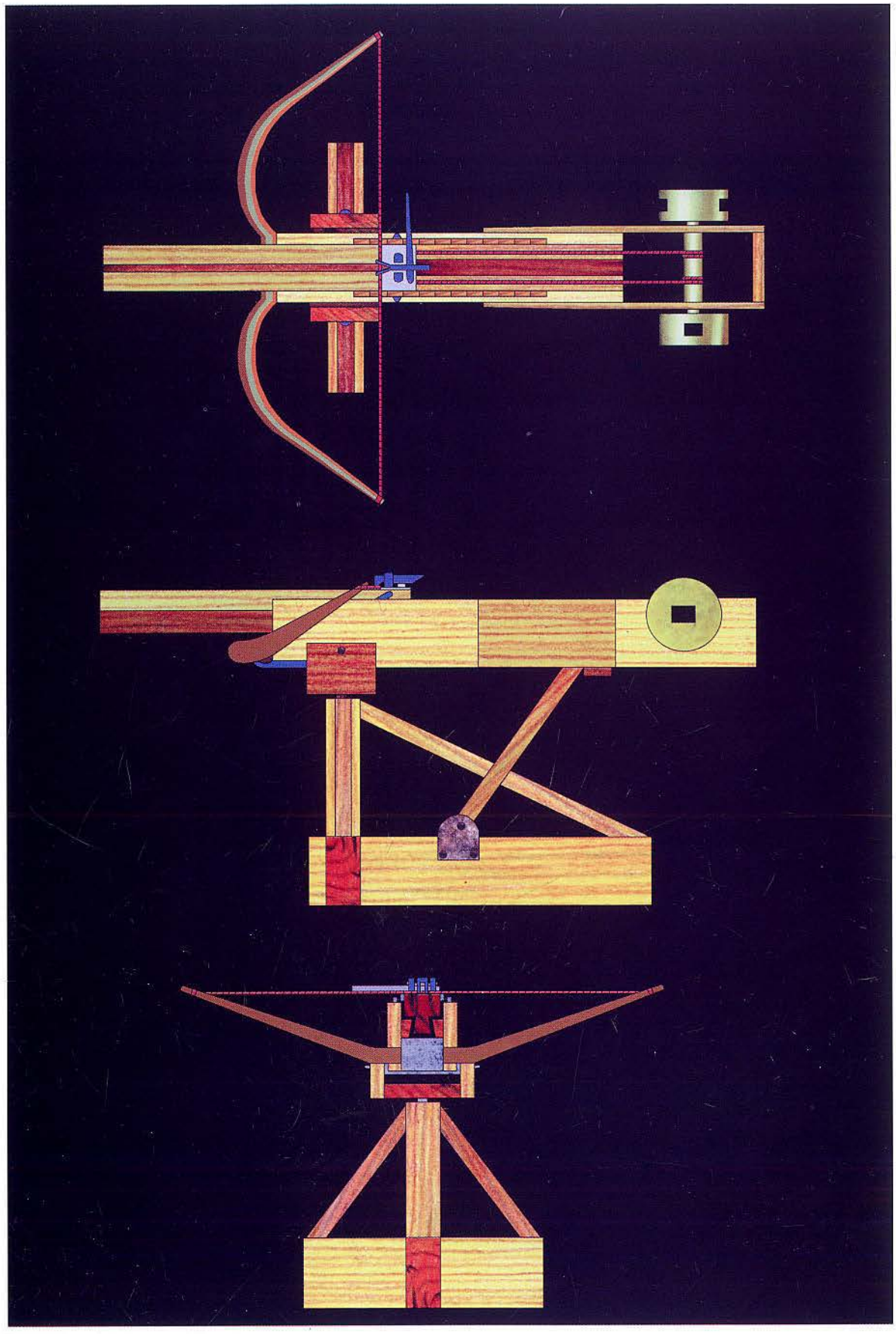


TAVOLA X

Ricostruzione grafica della balista di Caria di Magnesia. I dati dimensionali e le caratteristiche strutturali provengono sempre da Bitone, che definisce anche questa macchina *gastrafete*, sebbene modificato per lanciare piccole palle di pietra.
In effetti il pezzo in questione deve riguardarsi come una *balista* di media potenza capace di scagliare proietti fra i 1000 ed i 1500 grammi con diametro di circa 100 mm. Sebbene Bitone non specifichi nulla circa l'affusto è lecito supporlo a tripode con il relativo giunto universale in sommità. Per stabilizzare l'alzo le fonti alludono ad una quarta gamba con listello obliquo. Nella descrizione originale l'arma risulta dotata di due verricelli, dei quali il minore riservato al riarmo: la soluzione tuttavia appare scarsamente credibile per l'insignificante resistenza offerta dalla slitta. Altrettanto scarsamente credibile la necessità di munire le estremità del fusto di piastre di ferro o di bronzo per evitare un suo rapido deterioramento per le forze in gioco. Nella ricostruzione pertanto non compaiono.

Circa la biografia e l'attività di Caria di Magnesia ci sono pervenuti, ancora una volta, ben pochi dati. Sappiamo, infatti, soltanto che fu un allievo di Polido di Tessaglia, e che servì come ingegnere Alessandro Magno, insieme al collega, nonché già compagno di studi, Diade celebre ingegnere militare, noto soprattutto per le sue avanzatissime torri ambulatorie, meglio definite *elepoli*.

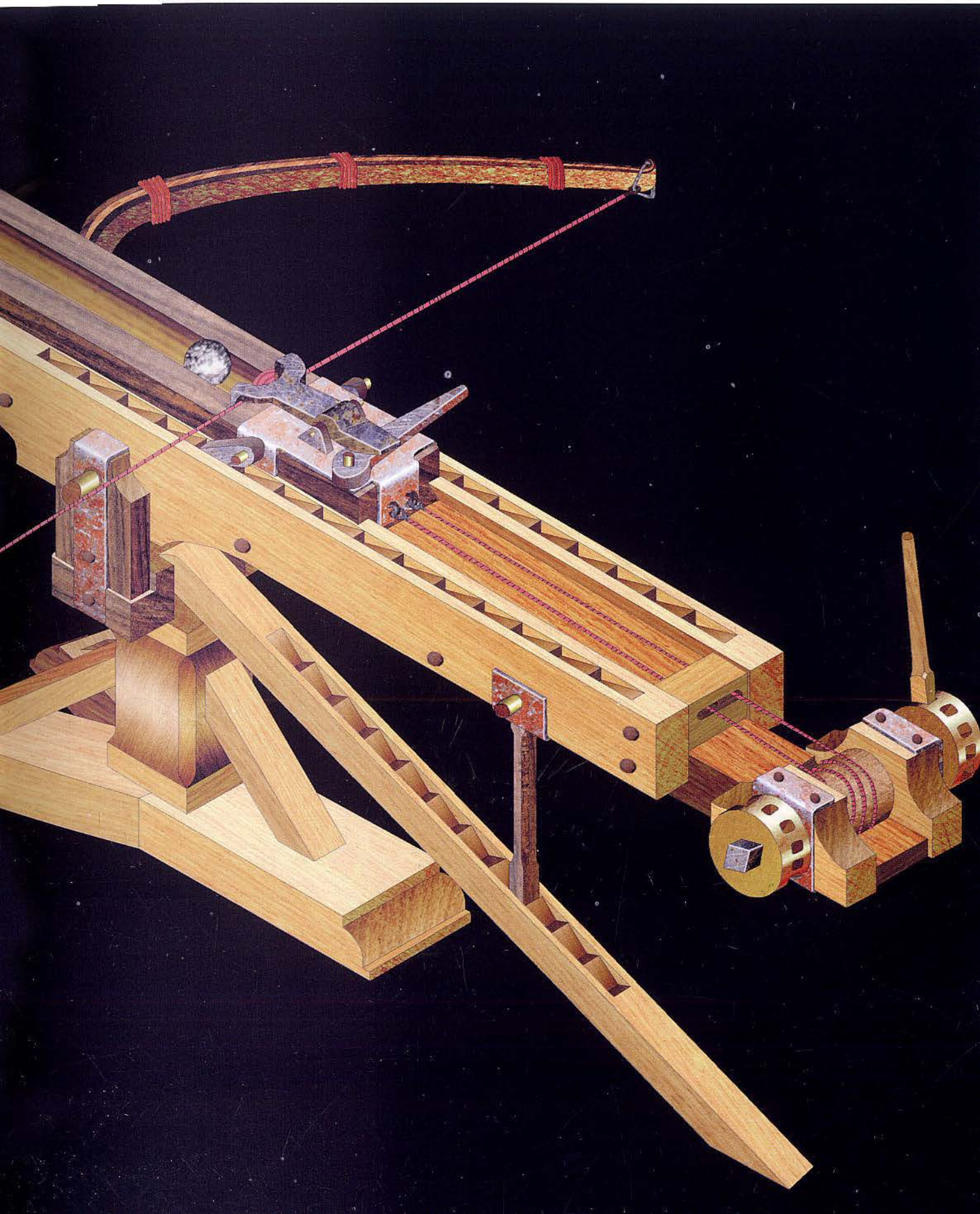
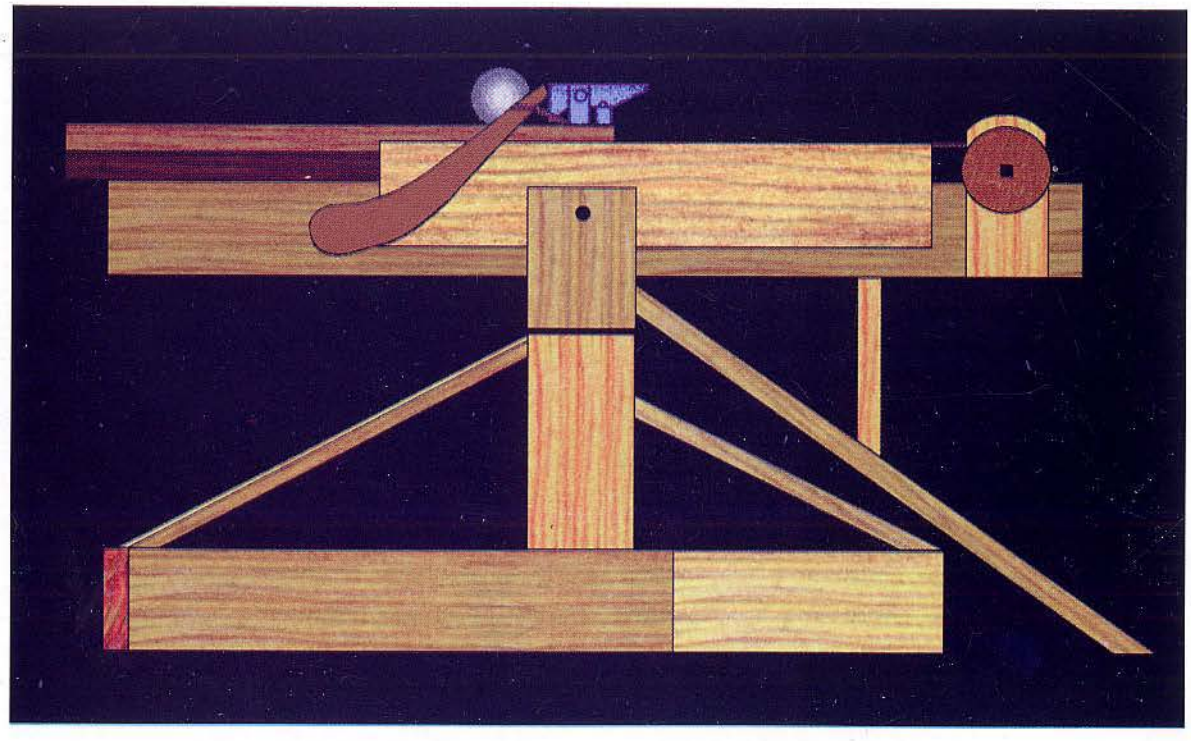


TAVOLA XI

Pianta, prospetto frontale e prospetto laterale della balista di Caria. Le dimensioni originarie risultano espresse in dattili, ciascuno pari a 19 mm.

In linea di massima la potente balista risulta costituita da un fusto centrale irrigidito da due assi laterali. Le indicazioni fanno ritenere che lungo la loro faccia interna fossero disposte, su ambo i lati, due cremagliere a denti di sega, forse di bronzo.

Circa la slitta le prescrizioni del progettista sembrano suggerire una realizzazione per assemblaggio longitudinale di due tavoloni di legno. Di questi l'inferiore era destinato a scorrere nel fusto, mentre il superiore ad accelerare la palla. Allo scopo la corda dell'arco portava, in posizione centrale, un'apposita tasca, o fionda, di circa un palmo di larghezza, costruita con capelli annodati per la maggiore resistenza. Quest'ultimo dettaglio potrebbe sottintendere l'avvento delle artiglierie a torsione, funzionanti appunto con matasse di capelli. Il che confermerebbe la lunga convivenza fra quest'ultime e le prime.



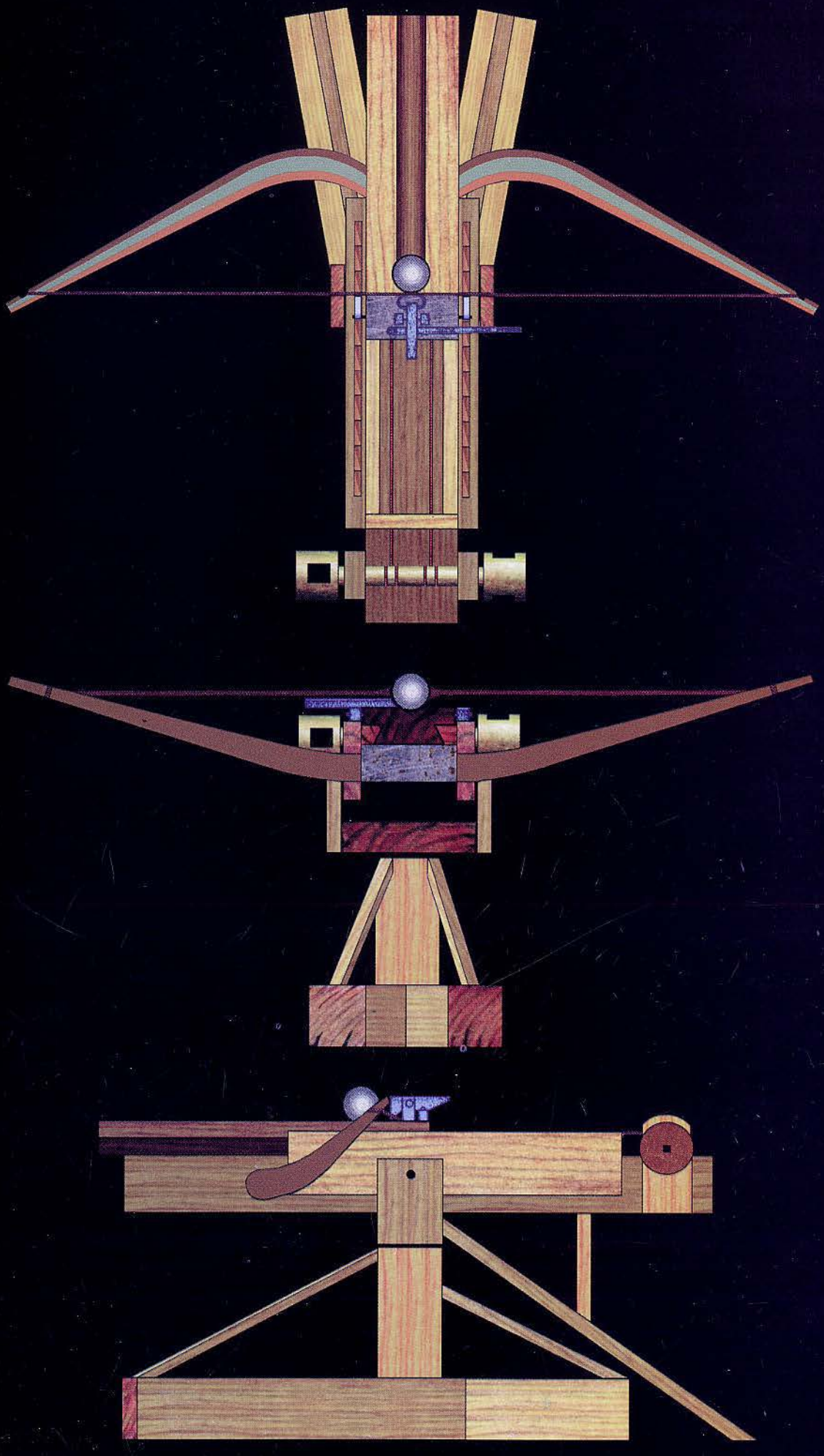
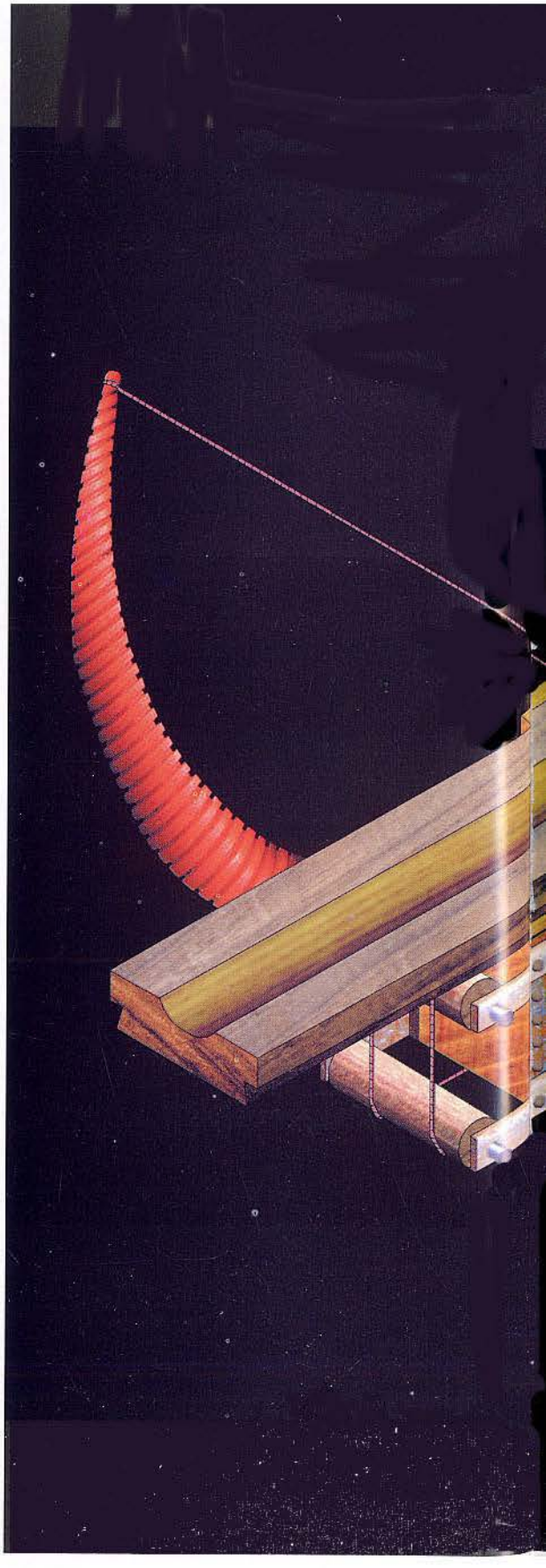


TAVOLA XII

Ricostruzione grafica della grande balista di Isidoro d'Abido. Per quanto siamo in grado di accertare quella di Isidoro di Abido fu di gran lunga la più grossa balista a flessione di cui ci sia pervenuta menzione in maniera abbastanza dettagliata, ad eccezione dell'affusto non descritto in alcun modo. È probabile, però, che all'epoca esistessero macchine della medesima tipologia anche di potenza maggiore.
Ad una conclusione del genere sembrano condurre le precise raccomandazioni del progettista, stando almeno alla trattazione di Bitone. La dimensione dei proietti che una simile macchina poteva scagliare raggiungevano, e forse superavano persino, la trentina di kg, con esisti devastanti sulle sovrastrutture delle fortificazioni coeve.

Per restare ancora alla enorme potenza di questa balista occorre precisare che il suo grande arco potrebbe essere stato realizzato impiegando due distinti semiarchi, parzialmente d'acciaio, non eccedenti ciascuno il paio di metri. Ad equipararne la rigidità avrebbero provveduto gli elementi elastici sovrapposti e ad essi saldamente legati con cinghie a spirale. Si giustificherebbero così le piastre di metallo chiodate collocate sulla testa del fusto all'innesto dell'arco e la sezione cruciforme del fusto stesso, simile ad una modernissima putrella ad ala larga.



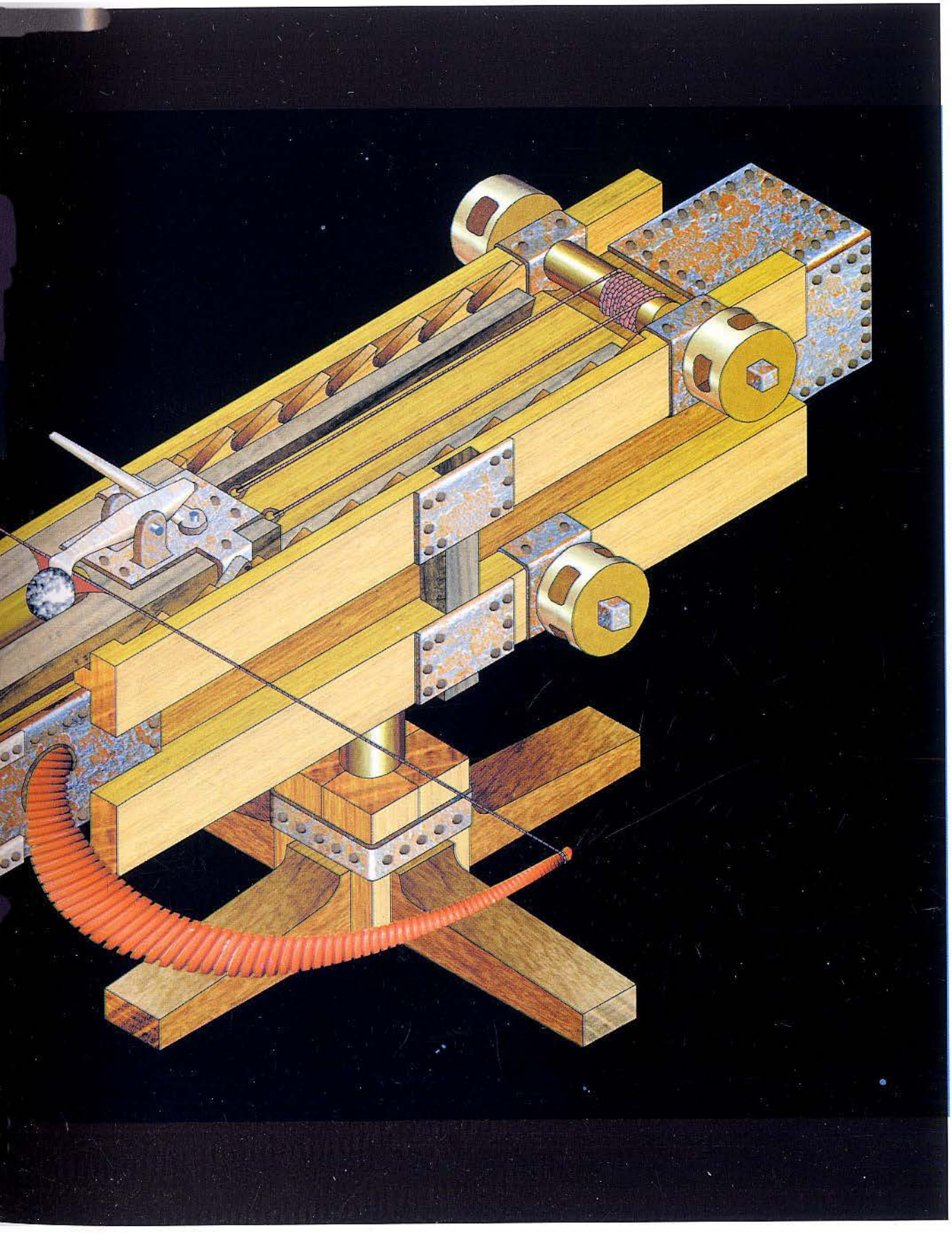
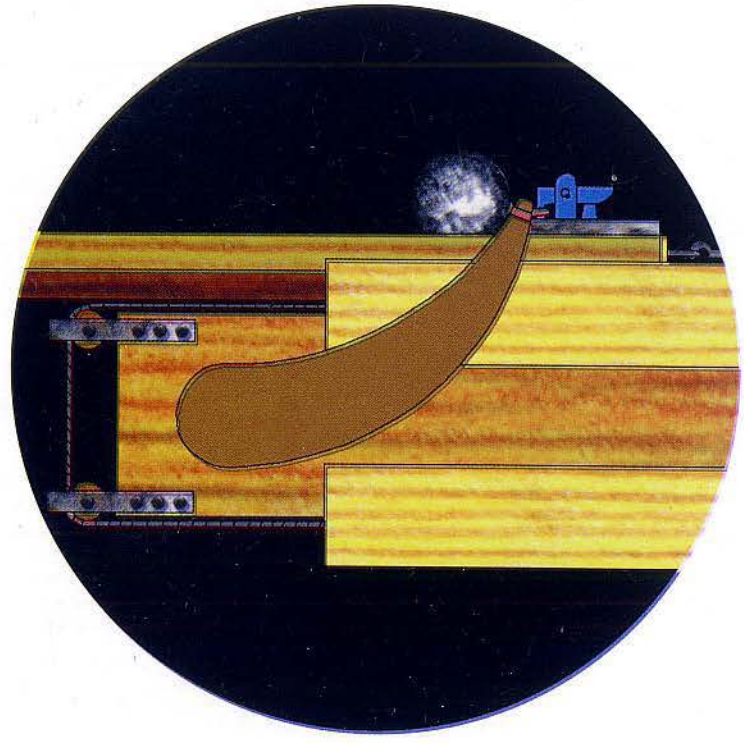
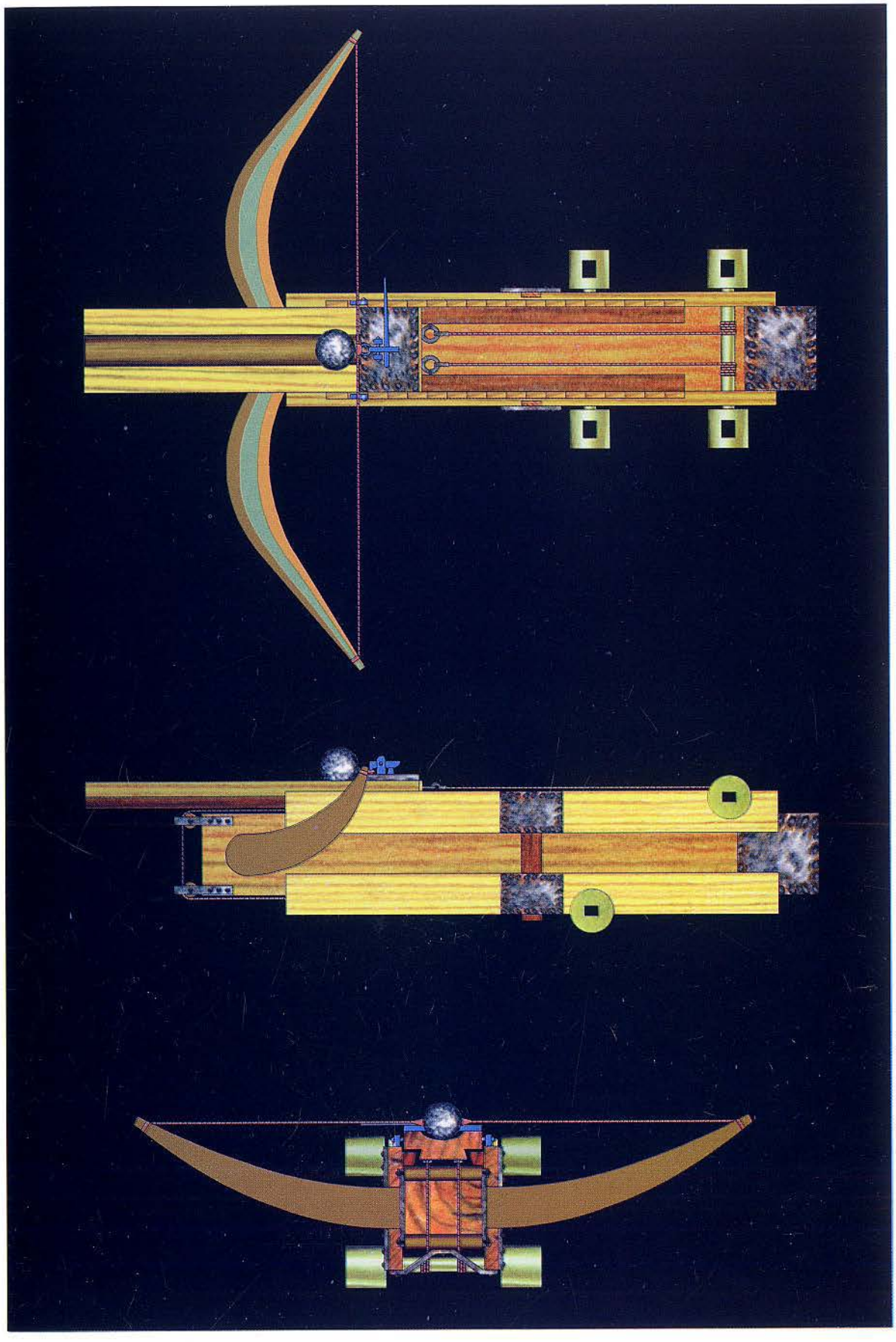


TAVOLA XIII

Pianta, prospetto frontale e prospetto laterale della grande balista di Isidoro di Abido. Le dimensioni originali risultano espresse in dattili, ciascuno pari a mm 19.

Stando a Bitone la grande balista era composta da un nucleo di quercia centrale parallelepipedo a base quadrata con dimensioni di m 5x0.6x0.6, di peso appena inferiore ai 20 q. Ad esso venivano incastrati quattro assi laterali, che davano all'insieme la sezione ad H, simile a quella di un'antesignana putrella. In corrispondenza delle testate del fusto stavano collocate ampie piastre di metallo, in modo da scongiurare qualsiasi fessurazione nel legno. Le stesse fungevano da supporto per il verricello posteriore e per i rulli di rinvio anteriori della grande slitta. Un secondo verricello riconduceva quest'ultima in posizione di riarmo: il perché può facilmente desumersi ricordando che era ottenuta assemblando longitudinalmente due travi di 15 cm di spessore e pertanto il suo scorrimento risultava tutt'altro che libero. Alla sua estremità posteriore stava fissato il dispositivo di scatto di dimensioni ovviamente maggiorate. Al pari di tutte le baliste anche in questa, al centro della corda dell'arco, venne inserita una grossa tasca, tassativamente realizzata con l'intreccio di crini o di capelli. Ai lati della slitta soluzione peraltro canonica, la doppia cremagliera per il bloccaggio retrogrado. I suoi denti proprio per sopportare l'enorme tensione in gioco non si prescrissero a configurazione triangolare bensì arcuata, a largo uncino, dove i nottolini, anch'essi con testa tonda, potevano impegnarsi con assoluta sicurezza di inamovibilità, anche in caso di fortissimi urti sulla slitta.



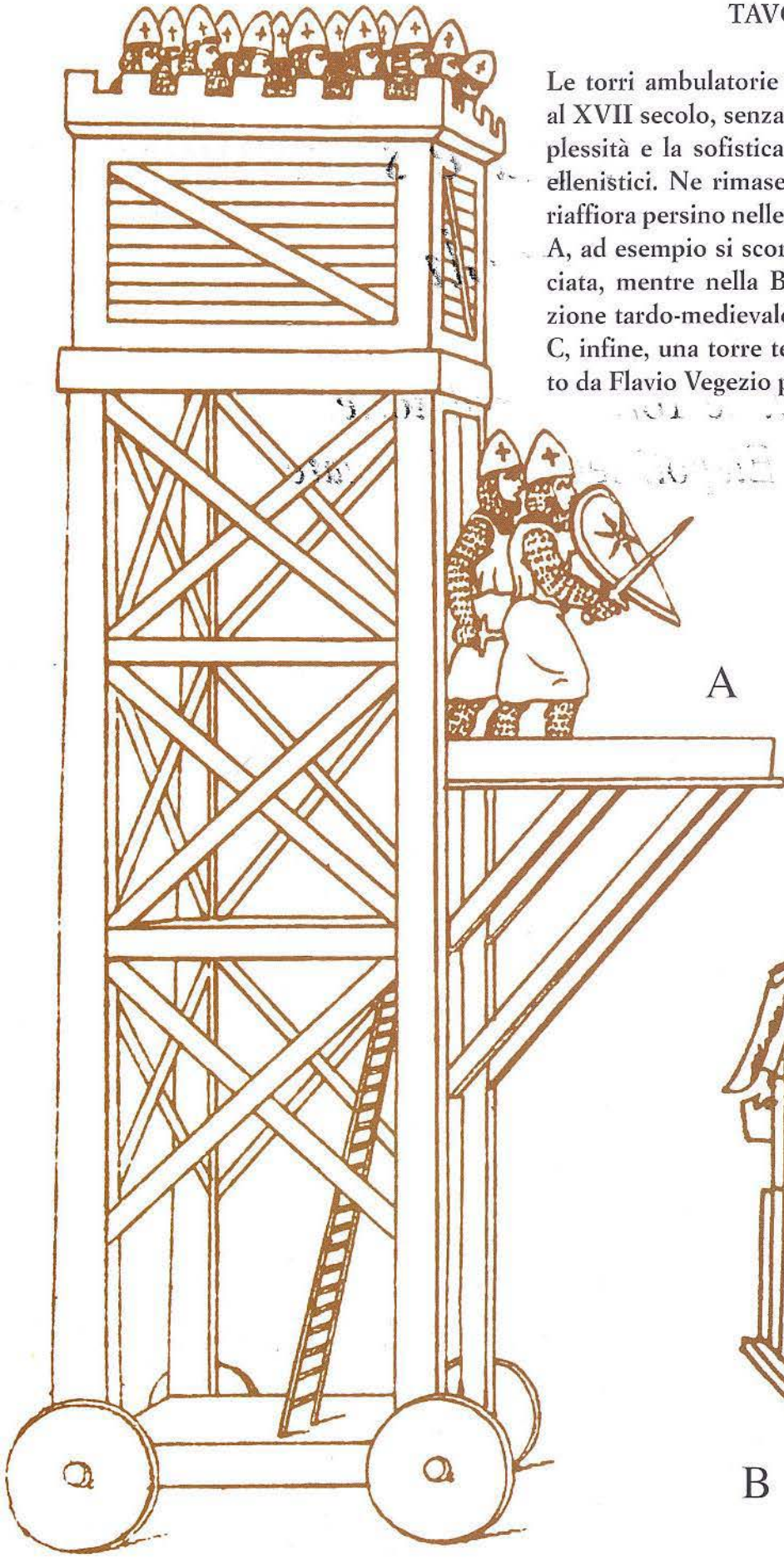


Artiglierie corazzate semoventi le Elepoli

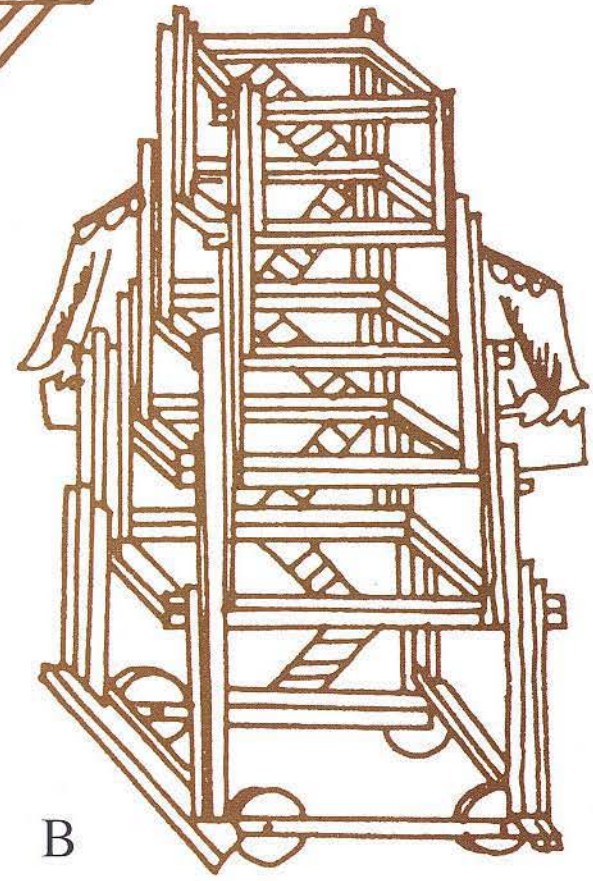
Dalle Torri Ambulatorie alle Elepoli semoventi armate

TAVOLA XIV

Le torri ambulatorie restarono in servizio fino al XVII secolo, senza però attingere più la complessità e la sofisticazione dei prototipi greco-ellenistici. Ne rimase comunque il ricordo che riaffiora persino nelle stampe più ingenue. Nella A, ad esempio si scorge una torre di epoca crociata, mentre nella B una ennesima riproposizione tardo-medievale di quella di Erone. Nella C, infine, una torre telescopica del tipo descritto da Flavio Vegezio priva stranamente di ruote.



A



B

C

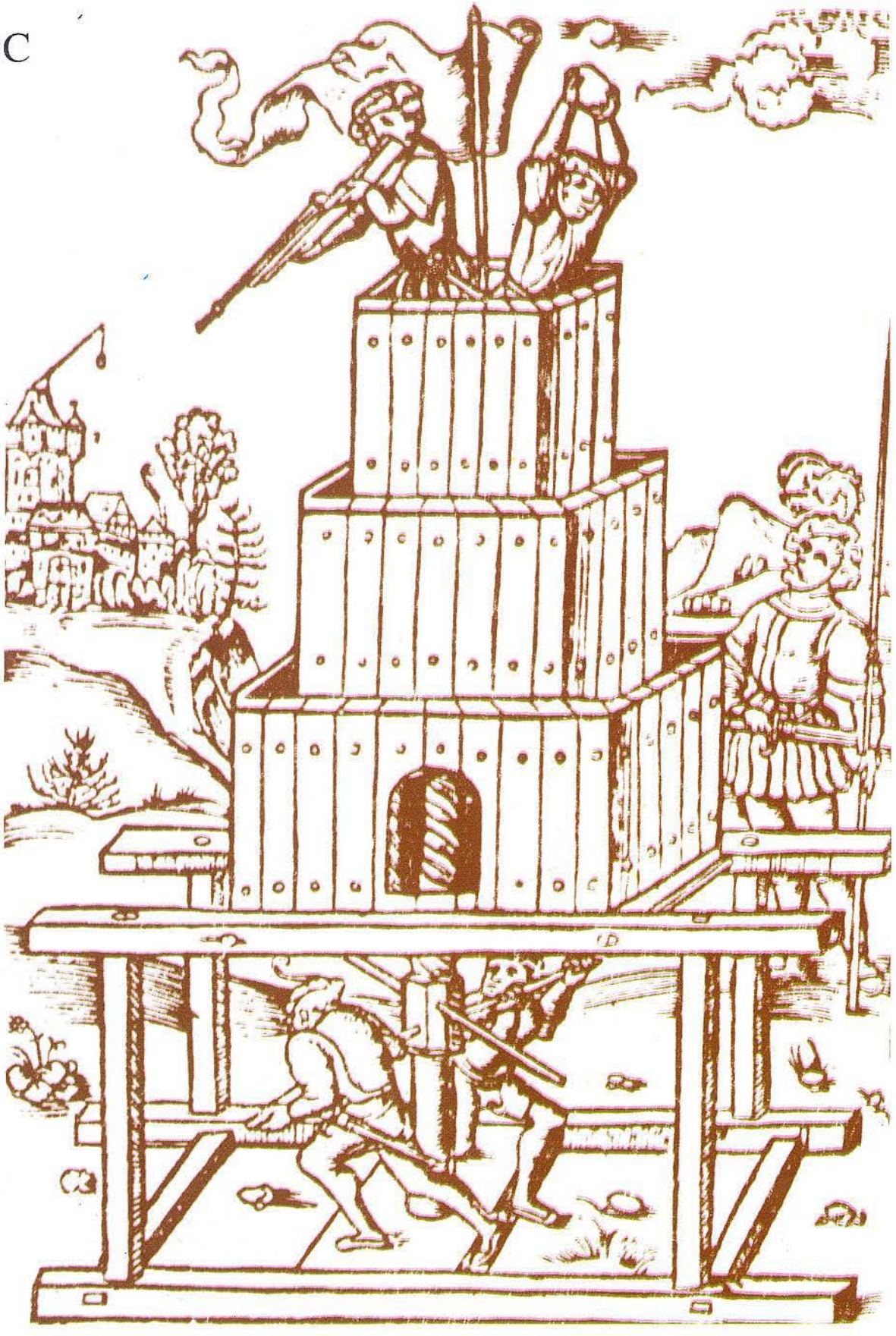


TAVOLA XV

Ricostruzione grafica della torre ambulatoria di Posidonio. Pur ostentando dimensioni alquanto modeste, tra cui persino l'altezza, fu la prima, per lo meno di tutte quelle tramandate ad essere semovente e dotata di artiglierie meccaniche a flessione. Un arma del genere non lasciava scampo alle fortificazioni investite, per cui molto significativamente ricevette il nome di *elepoli*, 'conquistatrice di città'. E ciò avvenne, sempre per quanto è possibile dedurre dalle fonti, intorno alla fine del IV secolo a.C.

Stando a Bitone, il macedone Posidonio durante il regno di Alessandro, costruì un'elepoli alta 50 piedi, circa 15 m. Di dimensioni non rilevanti fu assemblata completamente in legno, senza alcuna blindatura di metallo o rivestimento ignifugo di graticci verdi o pelli fresche. Una cura particolare riguardò la selezione dei legni destinando quelli pesanti e di maggiore durezza alle nervature portanti ed alle travate degli impalcati, mentre il pino e l'abete fornirono i tavolati di tamponatura e di calpestio. Ed ancora di quercia e di frassino le ruote cerchiate con pesanti piastre di ferro.

In definitiva, per la verità, nulla di eccezionale: se mai la torre spicca per la sua modesta altezza. Dove invece si discosta dalla tradizionale connotazione è nel meccanismo adottato, forse per la prima volta, per la sua autolocomozione soluzione che da allora, costantemente perfezionata e potenziata, divenne la vera peculiarità distintiva delle elepoli. Il che finì per farla assurgere nella memoria storica ad una sorta di leggenda meccanica, perpetuatasi fino alle soglie dell'età moderna.

Stando però ad altri studiosi l'invenzione dell'elepoli deve ascriversi ad Epimaco l'Ateniese, ingegnere di Demetrio Poliorcete.

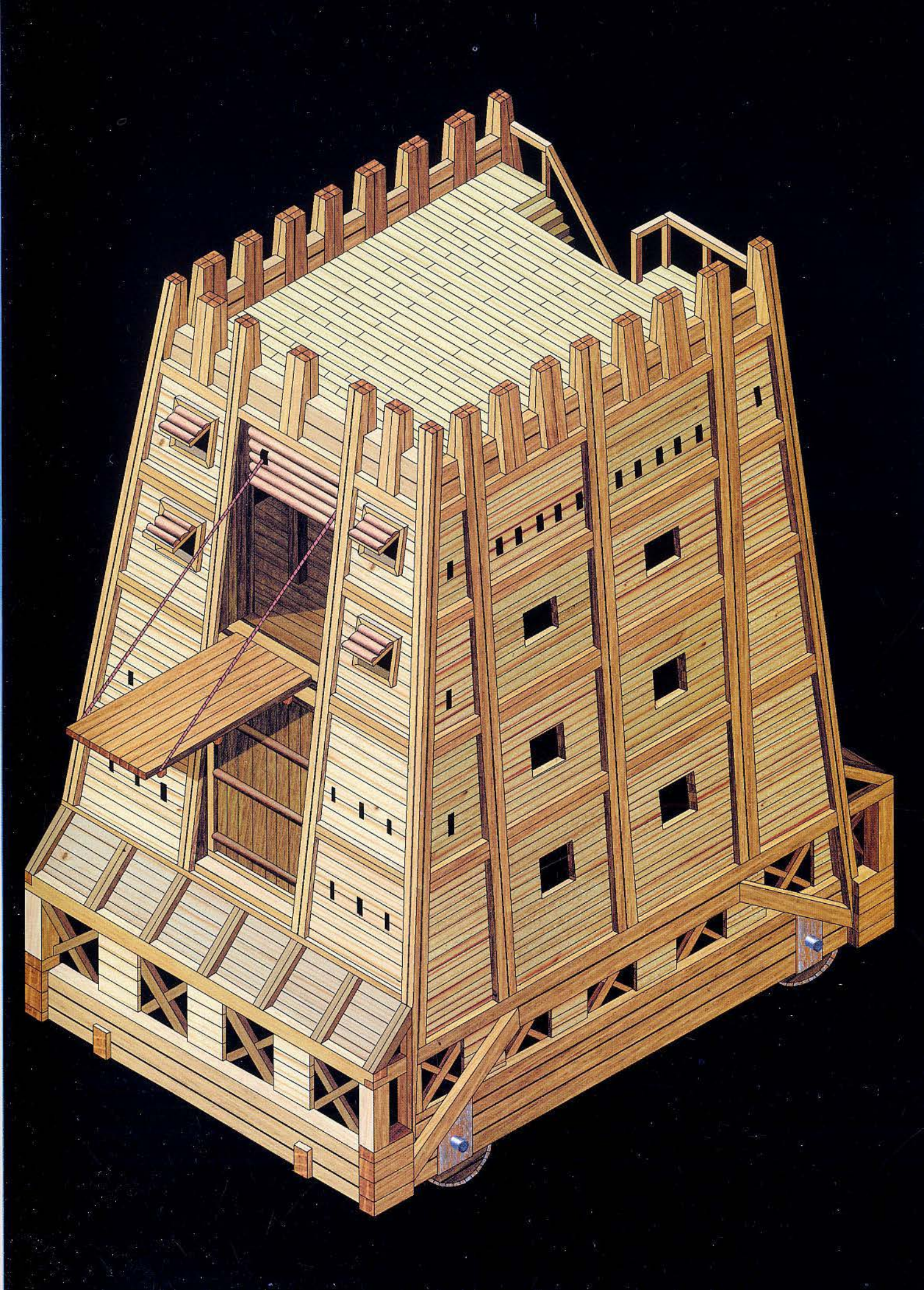
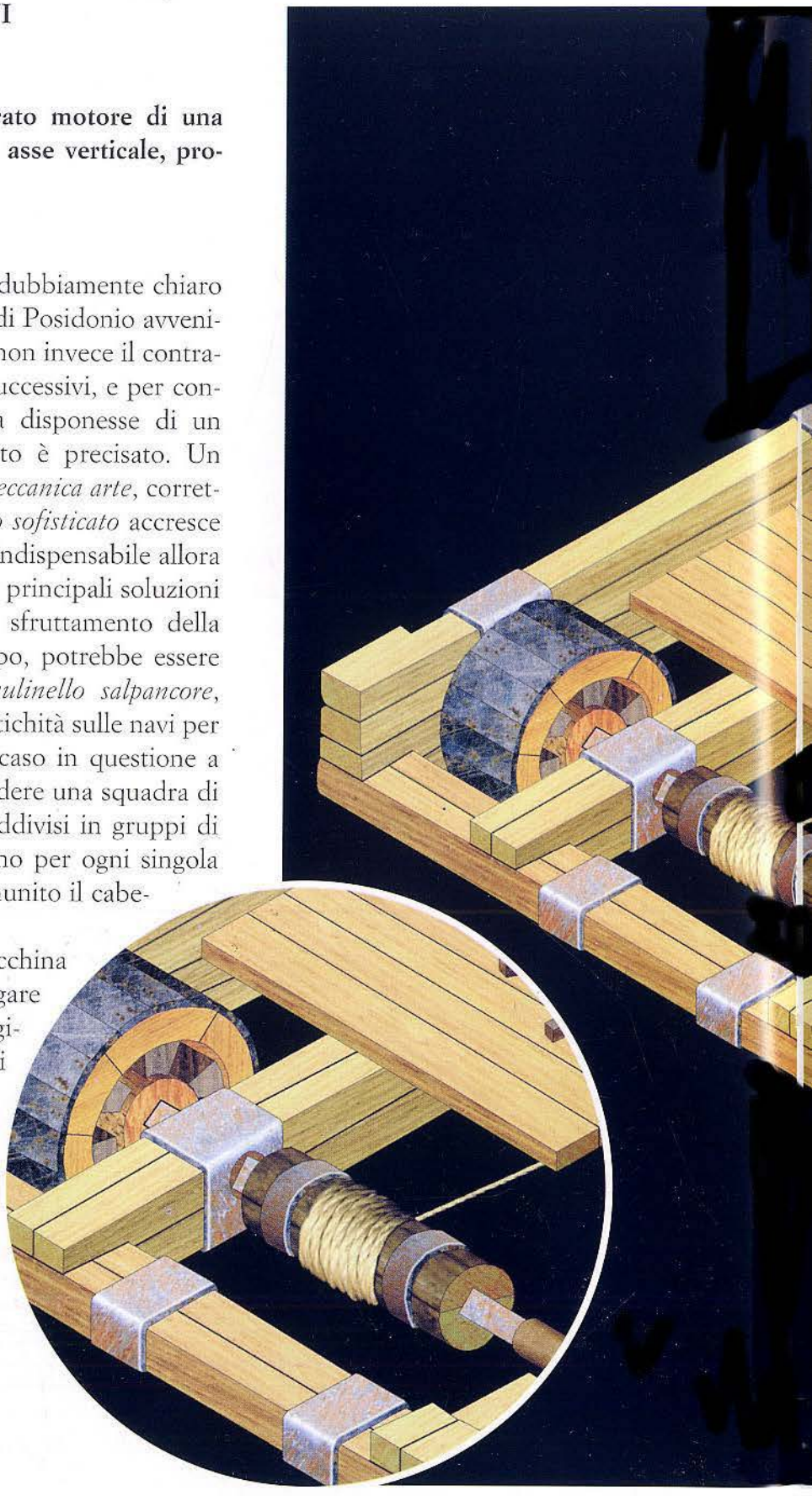


TAVOLA XVI

Ricostruzione grafica dell'apparato motore di una elepoli semovente ad argano ad asse verticale, propriamente definito cabestano.

Pur essendo nelle fonti indubbiamente chiaro che lo spostamento della elepoli di Posidonio avveniva per la rotazione delle ruote, e non invece il contrario come in tutti i carri coevi e successivi, e per conseguenza implicita che la stessa disponesse di un apparato motore, nulla in merito è precisato. Un fumoso cenno ad una generica *meccanica arte*, correttamente tradotta con *meccanismo sofisticato* accresce piuttosto che diradare l'enigma. Indispensabile allora sulle scarne allusioni ipotizzare le principali soluzioni disponibili, sempre basate sullo sfruttamento della forza fisica umana. Un primo tipo, potrebbe essere stato il cabestano, od anche *mulinello salpancore*, impiegato sin dalla più remota antichità sulle navi per svellere l'ancora dal fondo. Nel caso in questione a porlo in rotazione doveva provvedere una squadra di quasi un centinaio di uomini, suddivisi in gruppi di mezza dozzina, distribuiti ciascuno per ogni singola stanga delle sedici di cui risulta munito il cabestano.

E' plausibile che una macchina del genere fosse in grado di erogare potenze dell'ordine dei 30 hp a regime con punte anche di 50: valori oggi certamente irrisori ma sufficienti per far avanzare l'elepoli alla velocità di poche decine di metri l'ora.



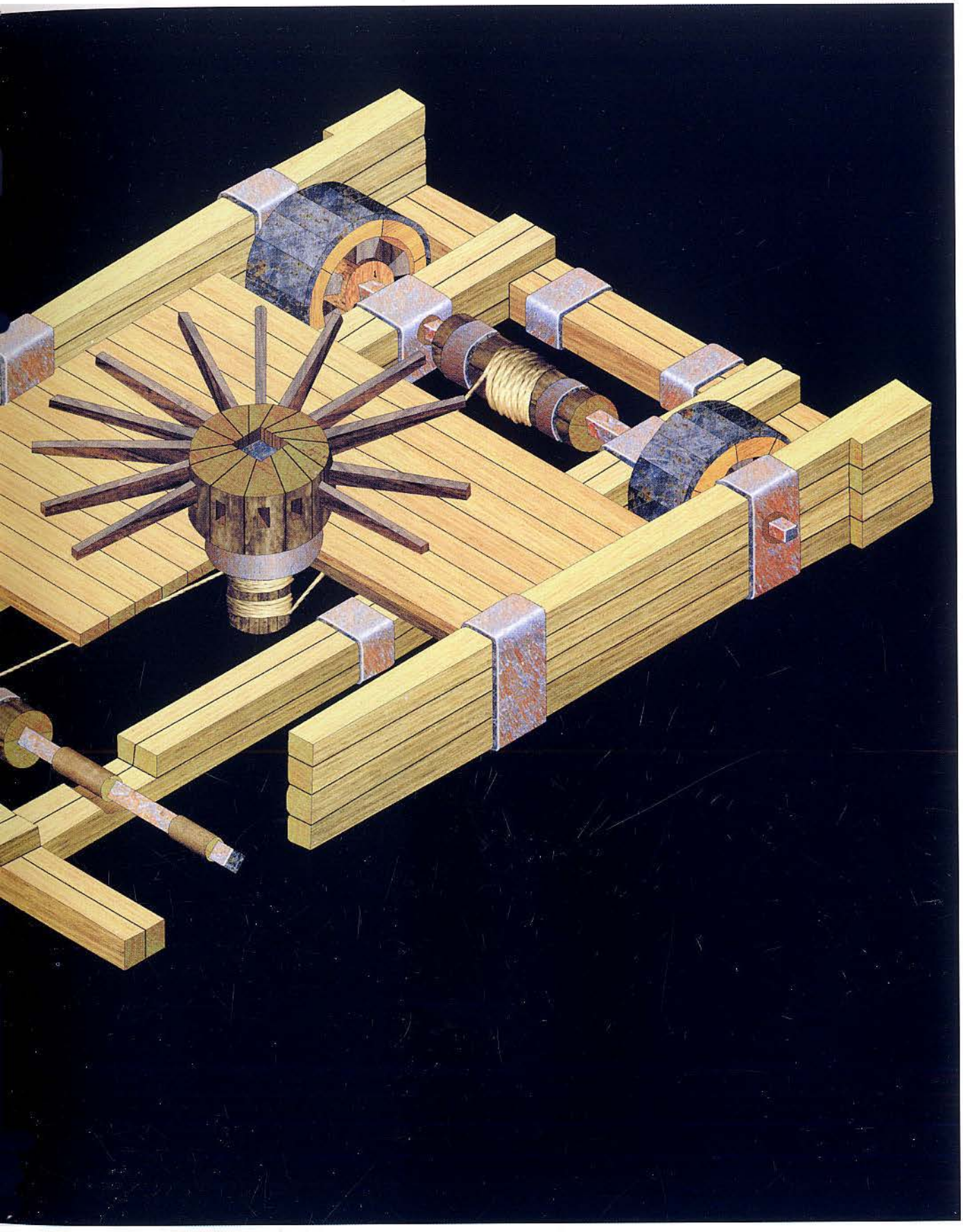
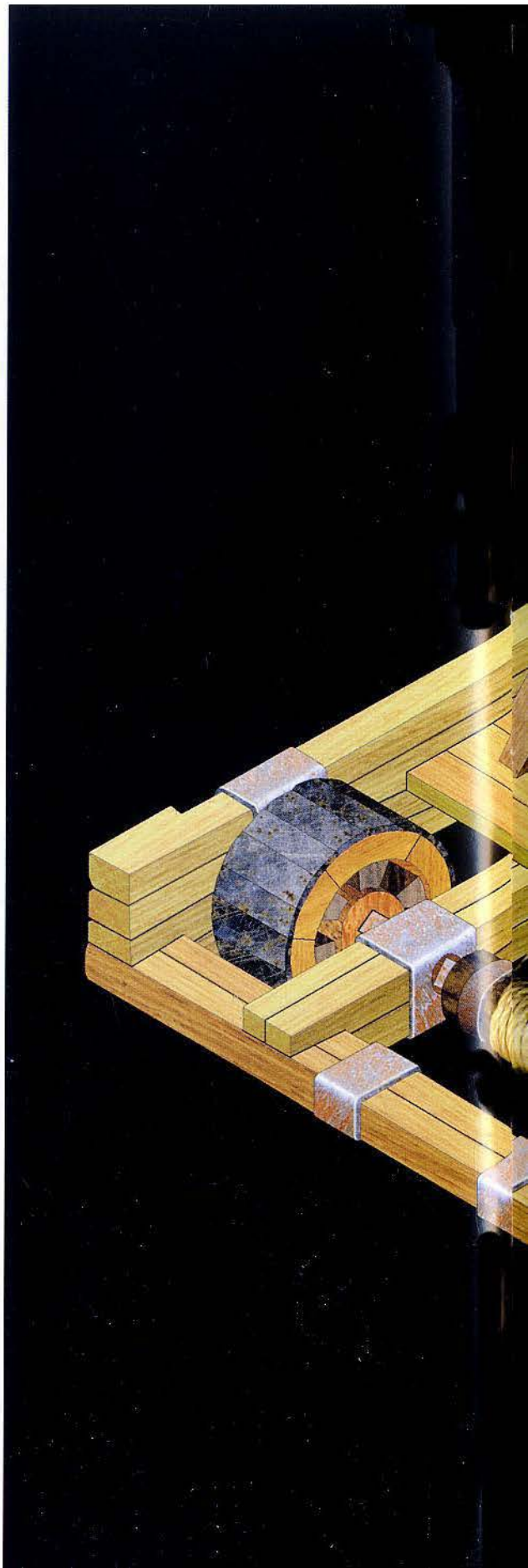


TAVOLA XVII

Ricostruzione grafica dell'apparato motore a ruota calcatoia altrimenti detta a *gabbia di scoiattolo*. Nella fattispecie si sono supposte due ruote montate su di un unico albero motore: in realtà data la scarsa potenza erogata da un dispositivo del genere, risulta molto probabile che per consentire l'avanzamento di un'elepoli di grandi dimensioni di ruote ne occorressero molte di più, non meno di una mezza dozzina.

Dal punto di vista storico ci sono pervenuti alquanti bassorilievi che raffigurano ruote calcatoie di grandi dimensioni impiegate come motore in potenti gru. La loro messa in rotazione era prodotta da schiavi che si arrampicavano all'interno sui pioli periferici. Il peso del loro corpo, agente sempre sulla circonferenza della ruota equivale, in meccanica, ad una uguale forza applicata all'estremità di un braccio pari al suo raggio. Incrementandone perciò la grandezza ed il numero degli schiavi la coppia cresceva vistosamente, senza però poter eccedere un limite di per sè modesto. Una batteria di sei ruote avrebbe fornito, nella migliore delle ipotesi, una trentina di hp, potenza sufficiente al lentissimo moto delle elepoli.



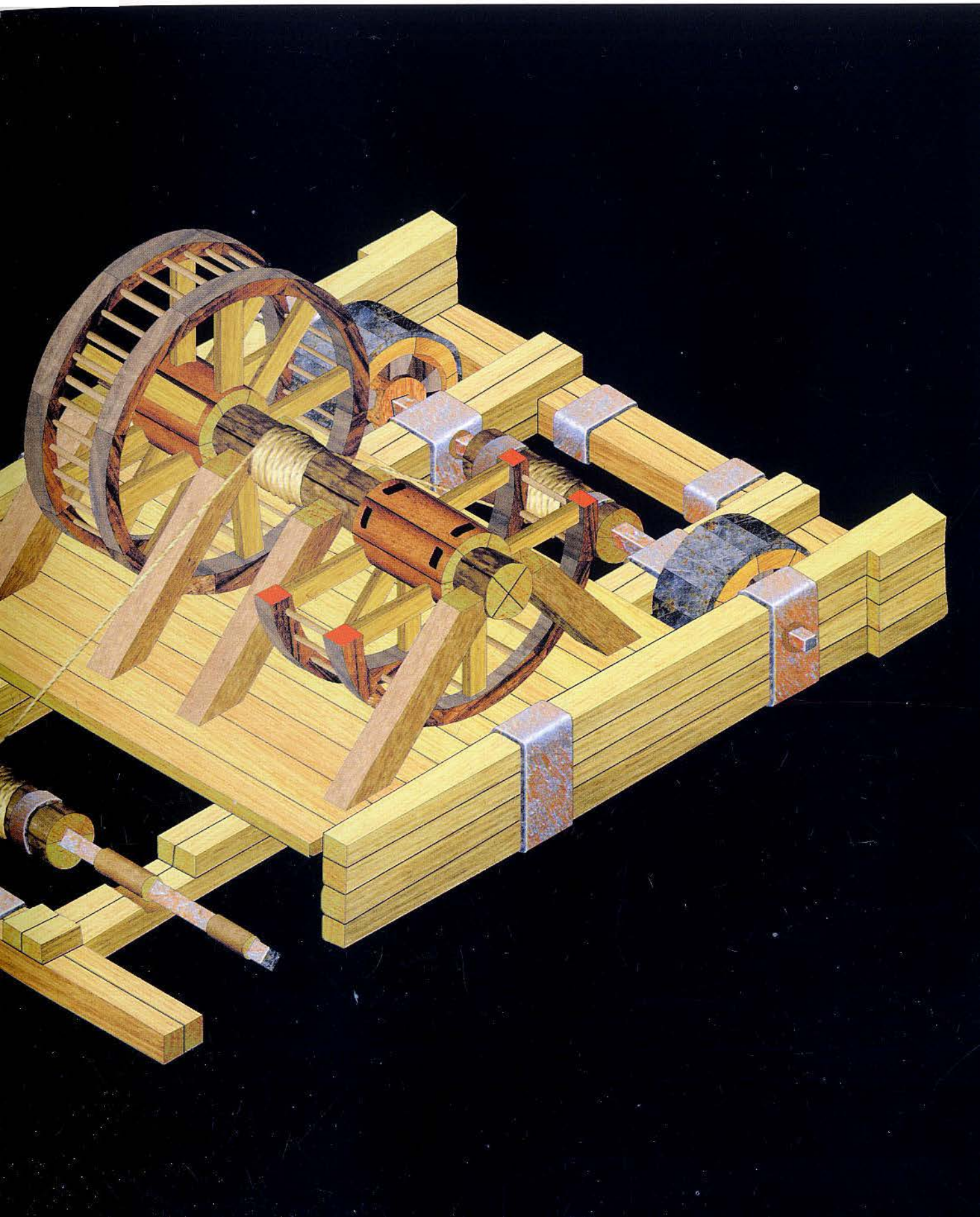
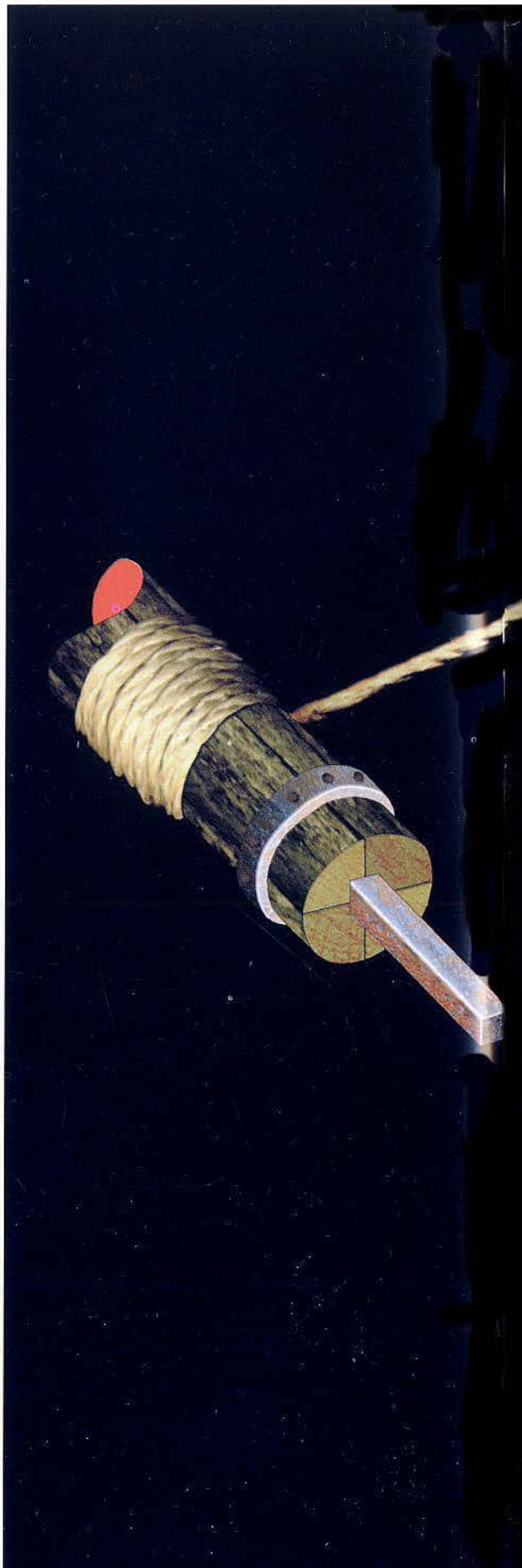


TAVOLA XVIII

Ricostruzione grafica del sistema di trasmissione impostato sul recupero intorno all'albero motore di una coppia di grosse gomene svolgendole dagli assi sui quali erano in precedenza avvolte a spirale. Il dispositivo non è per impiego illimitato. La sua durata, infatti, è funzione della lunghezza delle gomene. Esauritosi il loro svolgimento la rotazione cessa. Per riavviarla occorreva riavvolgerle sugli assi motori e ricominciare ad alarle. Il sistema, sebbene farraginoso, presenta indubbi vantaggi rappresentati dalla sua evidente semplicità costruttiva, robustezza ed affidabilità, elementi tutti da renderlo di gran lunga il più probabile per la movimentazione delle elepoli.



Supponendo l'adozione di una trasmissione del genere, e dando per scontato che i due assi avessero il medesimo diametro dell'albero motore, con alle estremità ruote identiche, tutte avrebbero girato all'identica velocità angolare. Pertanto la condizione iniziale avrebbe contemplato un determinato numero di spire, uguale su entrambi gli assi, e l'estremità delle gomene fissate all'albero motore: quando questo prendeva a girare quelle gli si avvolgevano attorno srotolandosi dagli assi che per conseguenza ruotavano a loro volta. Unica vera controindicazione la sua limitata autonomia.

Tanto per esemplificare se al momento di iniziare l'accostamento dell'elepoli su entrambi i suoi assi vi fossero state avvolte 10 spire, significava che le ruote potevano compiere soltanto 10 giri. Supponendole di due metri di diametro, ciò sarebbe equivalso a poco più di 60 m di percorso. Dal che ruote più grandi e gomene più lunghe. In ogni caso l'autonomia di movimento richiesta alle torri non era rilevante, non eccedendo di molto un paio di centinaia di metri. Diviene a questo punto perfettamente comprensibile quanto tramandatoci da Flavio Giuseppe, circa l'assedio di Gerusalemme, nel corso del quale, i genieri prima di far avanzare le elepoli erano soliti: "... *misurare la distanza dal muro scagliando un piombino legato ad un filo... e trovando che le elepoli potevano raggiungerlo le accostarono...*".

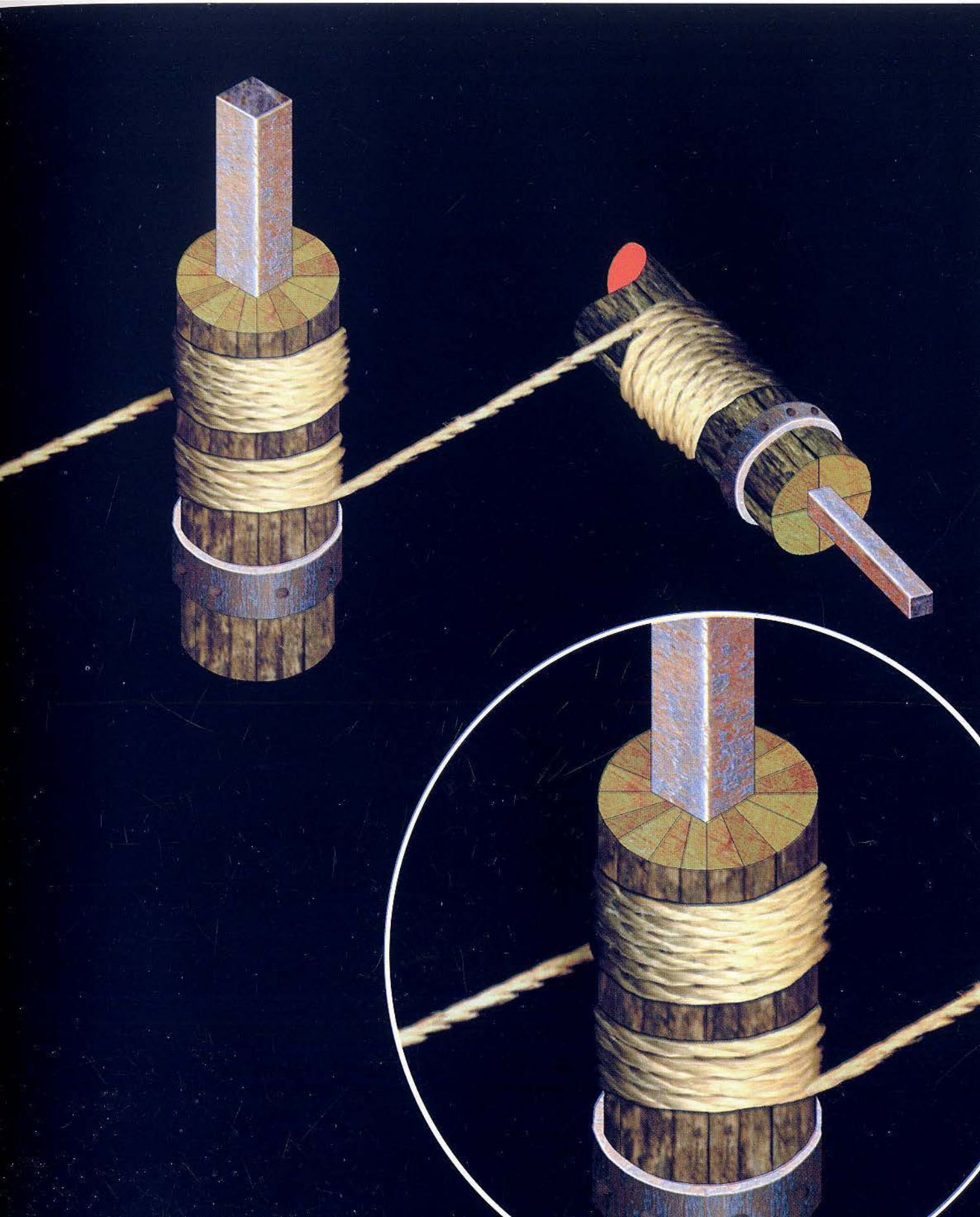
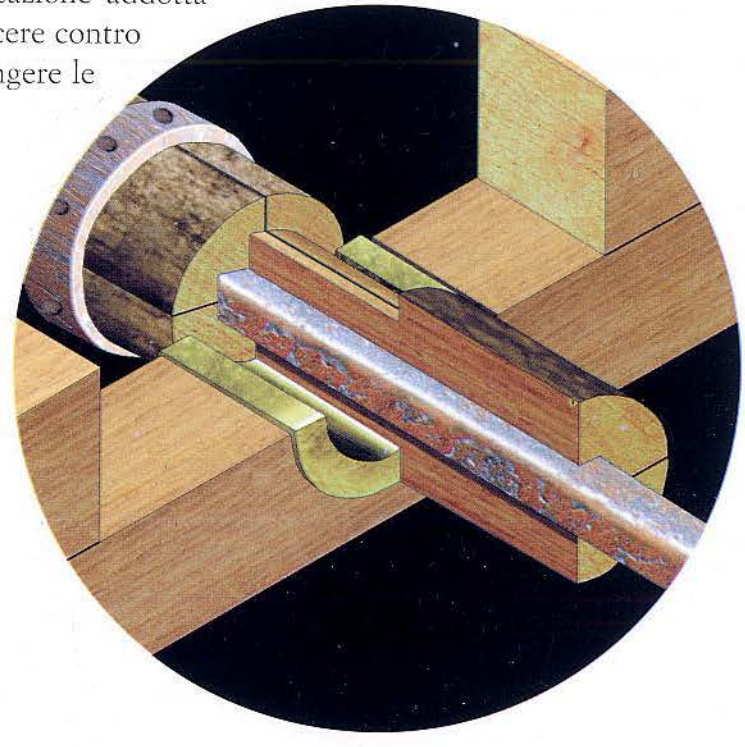


TAVOLA XIX

Ricostruzione grafica ipotetica del sistema di attraversamento dei longheroni del telaio delle grandi elepoli da parte degli assi motori. Per difficoltà costruttive e per la necessità di non compromettere con fori di grande diametro la resistenza anche di una sola trave del fascio che componeva ogni longherone, appare plausibile ritenere che si ricavarono gli attraversamenti in corrispondenza delle loro connessioni. Indispensabili per contenere gli attriti entro limiti compatibili con l'energia disponibile, l'adozione di rudimentali boccole di bronzo, in pratica bronzine di enormi dimensioni. L'asse cilindrico si è supposto realizzato assemblando quattro spicchi di legno in modo da poter serrare al loro interno, trascinandola solidalmente nella rotazione, una anima centrale di ferro fucinato a sezione quadrata. A rendere tale assemblaggio oltremodo solido è probabile che contribuissero dei cerchioni di ferro collocati a caldo, come nelle ruote dei carri, con chiodature passanti. Infine, una abbondante lubrificazione con grasso animale avrebbe ulteriormente ridotto gli attriti.

Sistemi del genere vennero impiegati anche dai Romani. Nelle loro torri ambulatorie semoventi. E' interessante ricordare, al riguardo, un episodio menzionato da Cesare. Nel corso di un assedio ad un villaggio fortificato dei Galli, i Romani intrapresero la costruzione di una macchina del genere a ragguardevole distanza dalle mura. I giganteschi Germani, ovviamente, li schernivano stigmatizzando che con la loro modesta corporazione mai avrebbero potuto spingere una costruzione tanto grande a tanta distanza. Terminata l'opera, il congegno iniziò, nell'attonito stupore dei Barbari, la sua autonoma avanzata. In breve l'incredulità si trasformò in terrore, al punto che nel giro di qualche ora fu invocata la resa! La giustificazione addotta ribadiva che era impossibile vincere contro chi si avvaleva degli dei per spingere le torri!



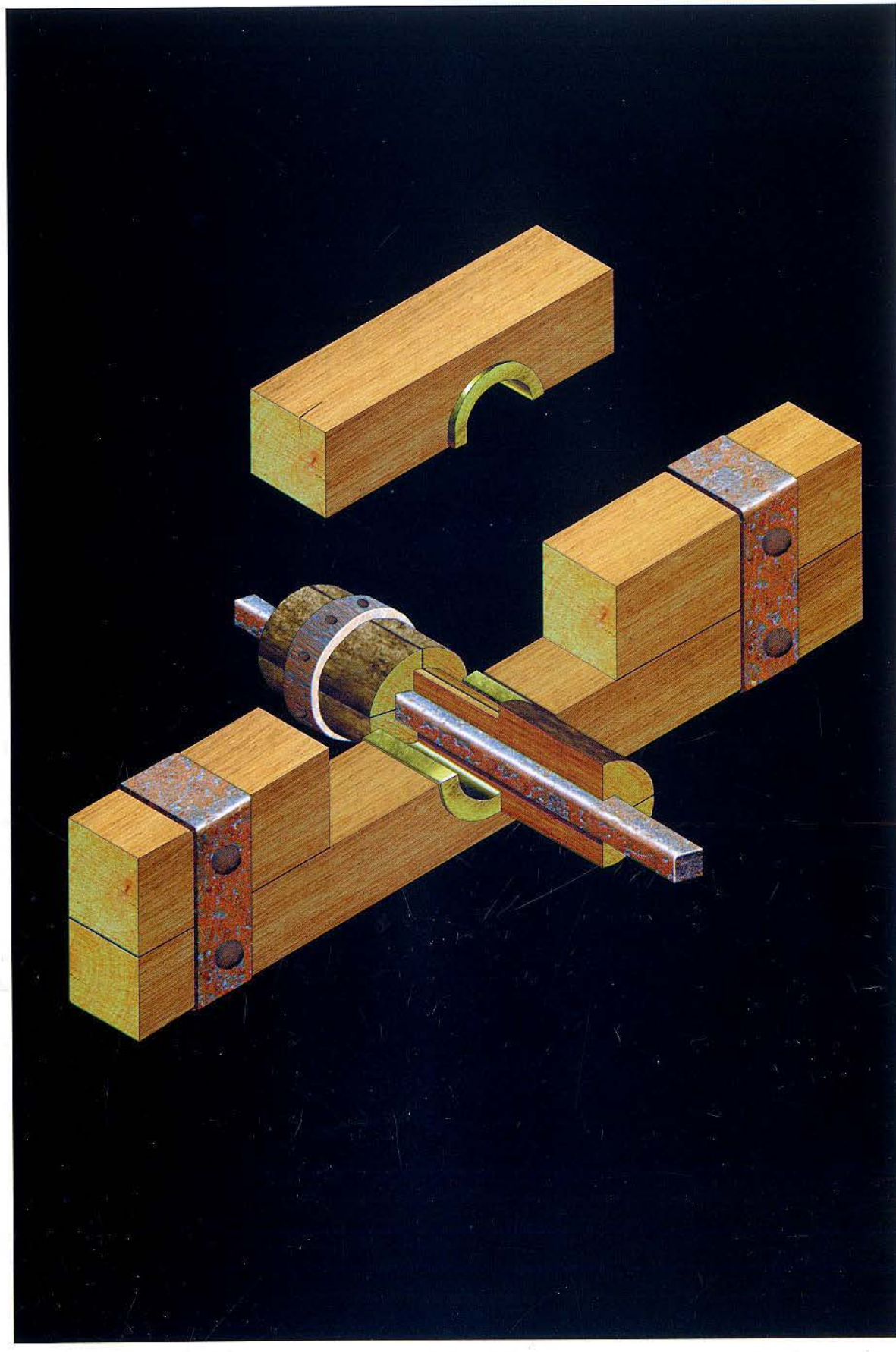


TAVOLA XX

Ricostruzione grafica della grande elepoli di Demetrio Poliorcete. Stando a Diodoro Siculo la colossale macchina fu costruita nel 304 a.C., nel corso dell'assedio di Rodi. Fu senza dubbio la più grande mai innalzata, munita per giunta di accorgimenti meccanici sofisticati. Di questi disponiamo di alquanto dettagliate, spesso enigmatiche, descrizioni.

Secondo Diodoro Siculo il celebre ingegnere, diede a ciascun lato della base quadrata una lunghezza di circa m 23, per un altezza complessiva di m 46, con configurazione fortemente rastremata. Il volume interno fu suddiviso in nove livelli, destinando gli inferiori alle artiglierie di calibro maggiore ed i superiori ai semplici arcieri. La movimentazione avveniva tramite otto ruote di circa m 3 di diametro e m 0.9 di spessore, rivestite di piastre di ferro. Oltre ad essere messe in rotazione da appositi alberi potevano anche mutare direzione ortogonalmente mediante dei dispositivi chiamati 'invertitori'.

La superficie esterna dell'elepoli fu rivestita di piastre di ferro, per renderla del tutto incombustibile: per eccesso di precauzione, comunque sulla sua piattaforma di base si ubicarono dei grossi serbatoi d'acqua da impiegarsi in caso d'incendio. Le feritoie attraverso le quali le artiglierie tiravano, vennero munite di portelli incernierati, esattamente come lungo le murate dei vascelli seicenteschi. Il disimpegno verticale della torre era garantito da due scale, delle quali una riservata alla sola salita di uomini e materiali e l'altra alla discesa. Infine, un dato certamente impressionante: gli uomini impiegati per la sua movimentazione, selezionati fra i più robusti dell'intero esercito, erano 3.400. Di essi soltanto una modesta frazione, forse alcune centinaia, fornivano nella fase di autolocomozione l'energia meccanica necessaria, mentre gli altri spingevano o tiravano la torre fino al limite di gittata delle armi nemiche.

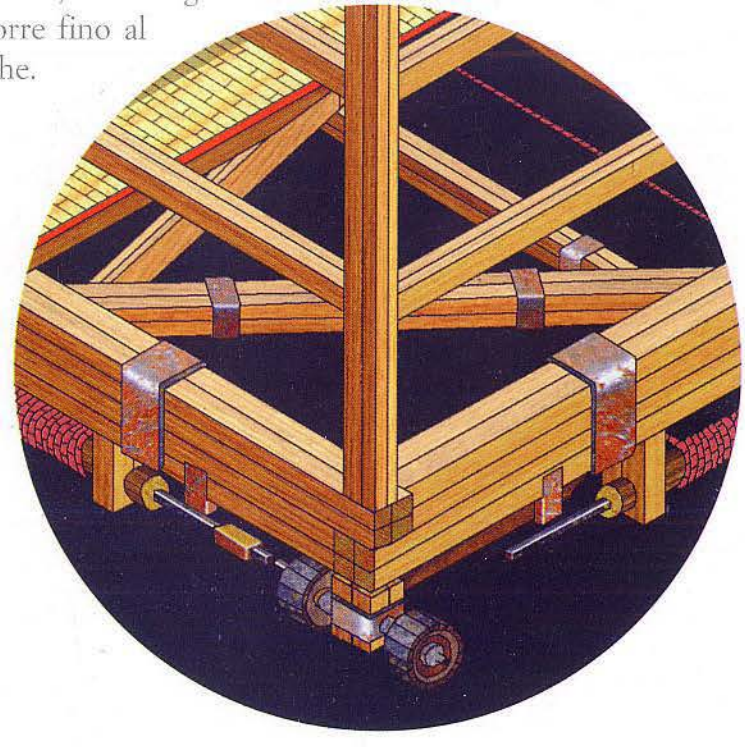
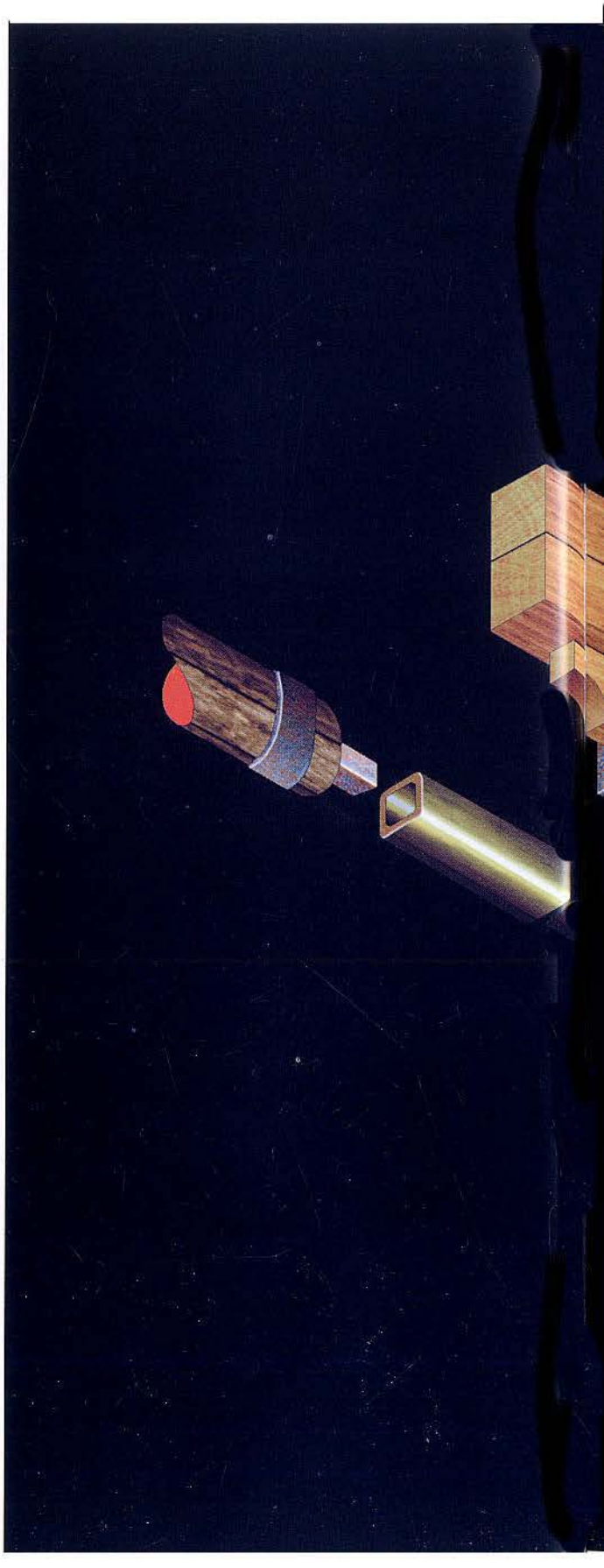


TAVOLA XXI

Ricostruzione grafica ipotetica dei dispositivi di cambio direzione, ricordati come 'invertitori'. Da quanto desumibile dalle fonti il loro funzionamento consentiva soltanto mutazioni ortogonali, per cui la dirigibilità di una grande elepoli era piuttosto il risultato di una serie di interventi che di un vero e continuo sistema di guida. Una remota conferma di tale ipotesi la si coglie nel movimento esclusivamente ortogonale della torre nel gioco degli scacchi: ed appare estremamente plausibile ritenere che quel pezzo rappresentasse simbolicamente una elepoli e non già una fortificazione statica, non spiegandosene altrimenti la sua inclusione in una compagine militare d'attacco.



Volendo meglio chiarire il probabile funzionamento degli *invertitori*, occorre innanzitutto precisare che quando le ruote delle elepoli semoventi eccedevano il numero di quattro, in genere otto, vanno immaginate accoppiate fra loro come nei carrelli dei moderni aeroplani. Pertanto i suddetti *invertitori* furono molto verosimilmente, delle grosse leve, non a caso già definite *stanghe*, solidali all'alberino fra due ruote, con movimento prestabilito e fermo di sicurezza. Solo così tornava effettuabile una manovra tanto gravosa e delicata in alcuni minuti e con relativa semplicità. Assodato che le ruote delle torri potevano mutare ortogonalmente di direzione, si deve necessariamente concludere che per effettuare tale manovra e mantenere, prima e dopo, la continuità della trasmissione motrice gli assi fossero quattro. Più esattamente due coppie fra loro complanari e perpendicolari, posizionate immediatamente al di sotto dei travi perimetrali della piattaforma di base. Mediante appositi giunti mobili, in pratica dei tubi quadrati scorrevoli probabilmente di bronzo, non presentava difficoltà accoppiare i puntali di ferro quadro di un asse con il puntale sempre di ferro quadro dell'alberino delle ruote binate: bastava infatti far scorrere il tubo in modo da collocarsi sopra entrambi.

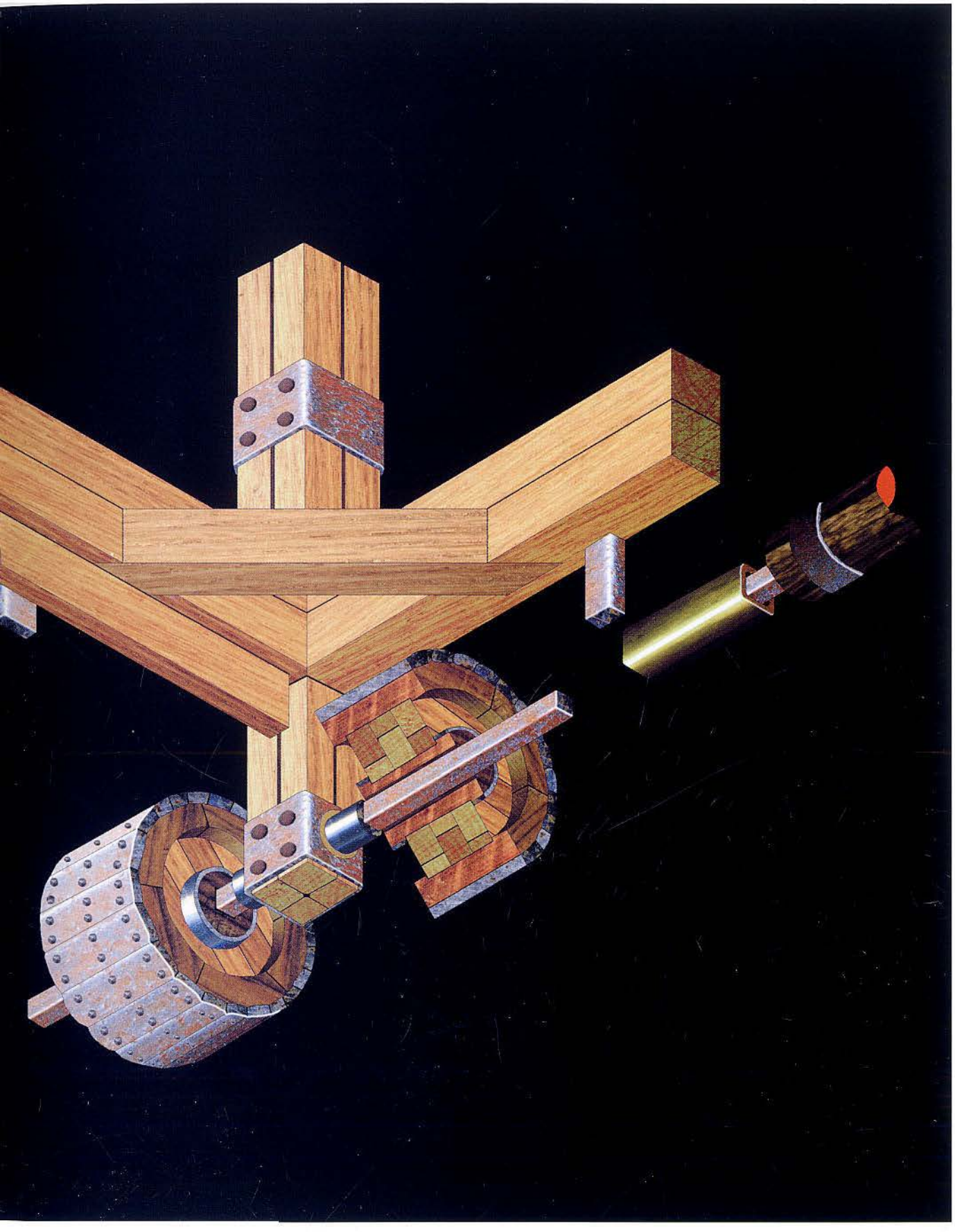
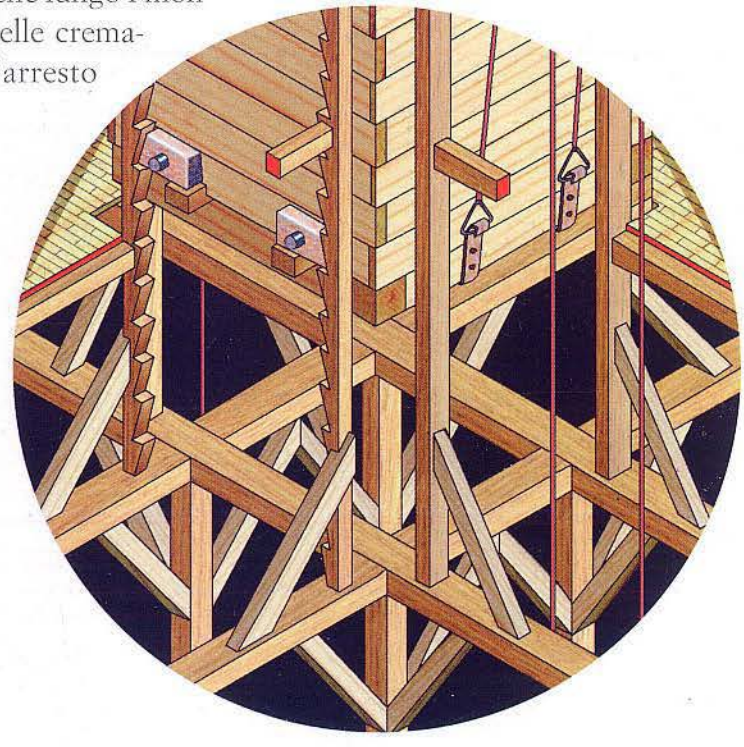


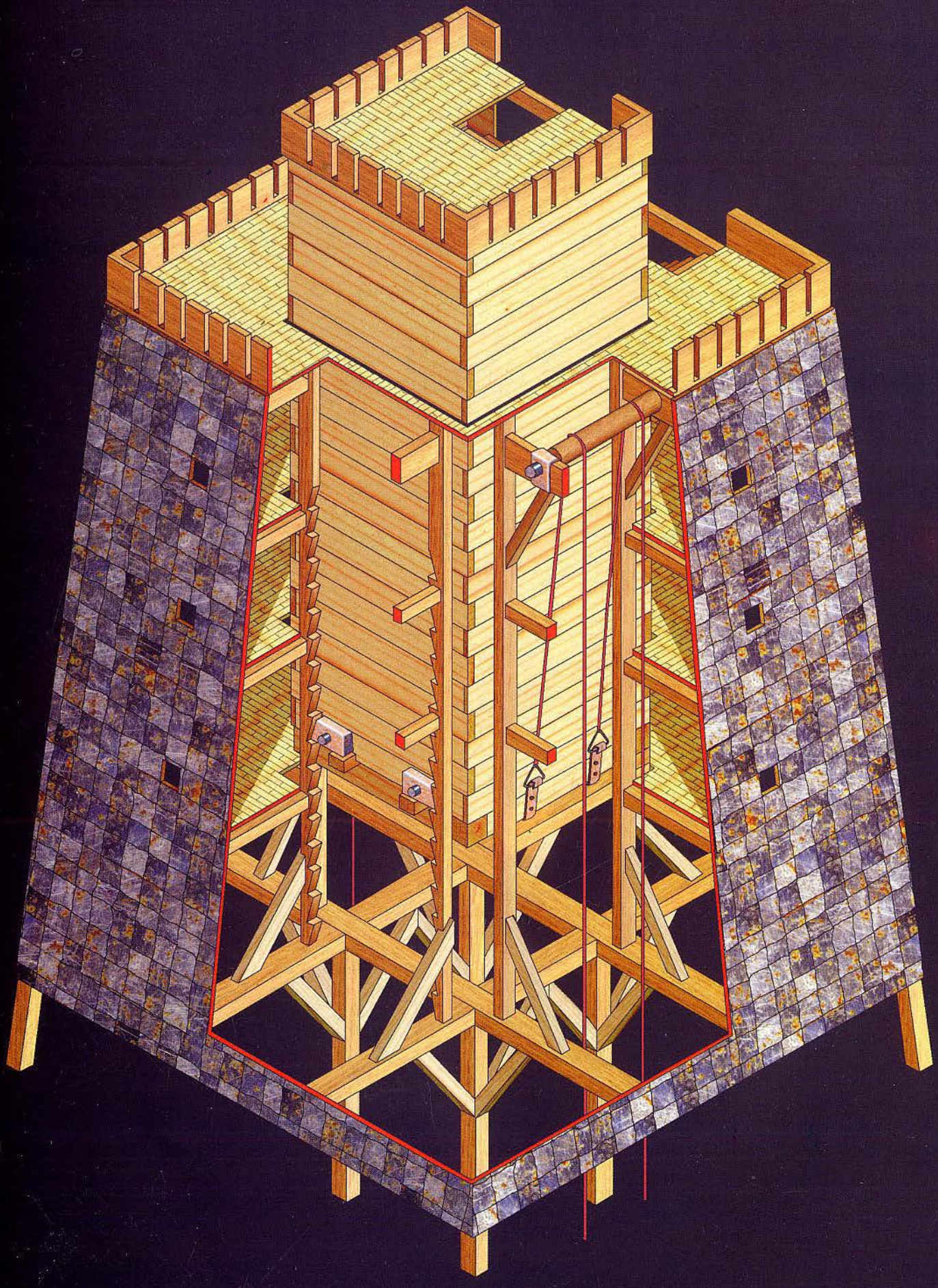
TAVOLA XXII

Ricostruzione grafica di elepoli ad altezza variabile, tramite torrino telescopico. La rappresentazione è limitata alla sola parte sommitale della stessa, essendo quella inferiore sostanzialmente identica alle torri tradizionali, od ai modelli più evoluti, esposti nelle precedenti tavole.

Quando fu noto dovunque che il predominio verticale delle elepoli sulle mura equivaleva alla loro irreparabile espugnazione, si escogitarono innumerevoli espedienti per evitarlo. L'unico di una certa valenza fu quello messo in atto dagli abitanti di Platea assediati dagli Spartani, nel 428 a.C., consistente nel sopraelevare le mura di cinta con tavolati e strutture leggere, evitando così che i difensori una volta accostata l'elepoli si ritrovassero sotto i suoi tiri. Fondamentale, pertanto, valutare esattamente l'altezza dell'elepoli in modo da predisporre siffatti rimedi.

La contromisura ovviamente non si fece attendere e portò alla comparsa di torri a struttura telescopica. Tali macchine erano in realtà costituite da una torre tradizionale all'interno della quale ve ne stava impiantata una seconda molto più piccola, una sorta di torrino parallelepipedo. L'astuto accorgimento consentiva di compiere l'accostamento senza timore al riguardo non di rado tra gli scherni dei difensori, convinti della inadeguatezza della macchina e del fallimento del suo approccio: forti di tale presunzione non si preoccupavano minimamente di sopraelevare le mura. Giunta in posizione, trasferito il moto dalle ruote all'elevatore, veniva sollevato il torrino. Guadagnata la quota degli spalti, tra la costernazione avvilita degli assediati, la sua ascesa proseguiva ulteriormente arrestandosi soltanto quando li sovrastava irrimediabilmente. Svettando su tutte le fortificazioni nemiche notificava l'irreparabilità della situazione. Per impedire micidiali abbattimenti dovuti a rottura delle gomene lungo i montanti dovevano essere disposte delle cremagliere lignee per nottolini d'arresto retrogrado.



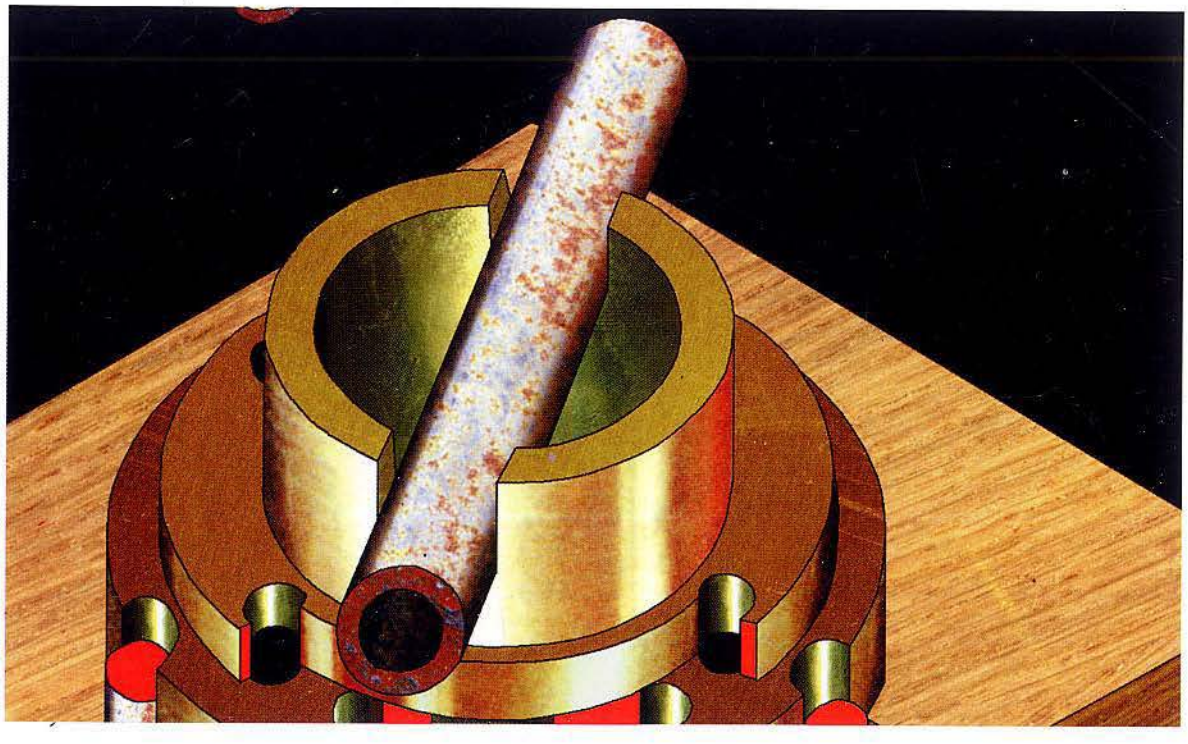


Artiglieria Meccanica a Torsione

Dall'arco della grande Ballista alla matassa degli Scorpioni

TAVOLA XXIII

Schema ancoraggio matasse a torsione, realizzato con due flangie di bronzo coassiali, delle quali la maggiore era fissata all'asse di legno del supporto orizzontale e la minore inserita al suo interno, tramite un collarino inferiore. Su quello superiore, invece, stava praticato un doppio alloggiamento per la sbarretta intorno alla quale girava la matassa elastica. La flangia fissa recava lungo la sua ghiera un discreto numero di fori, spesso fra i 12 ed i 16: in 2 o 4 stavano collocati i perni di ancoraggio al legno, mentre gli altri restavano liberi. A sua volta la flangia rotante disponeva lungo la ghiera mediamente di 4 buchi passanti: dopo alquanti giri, una volta che la matassa ad essa solidale tramite la sbarretta, aveva raggiunto la massima torsione, si portavano a far coincidere un paio dei suoi buchi con quelli sottostanti, infilandovi, quindi, dentro una coppia di perni. Le due flangie finivano così strettamente vincolate fra loro e con il supporto di legno.



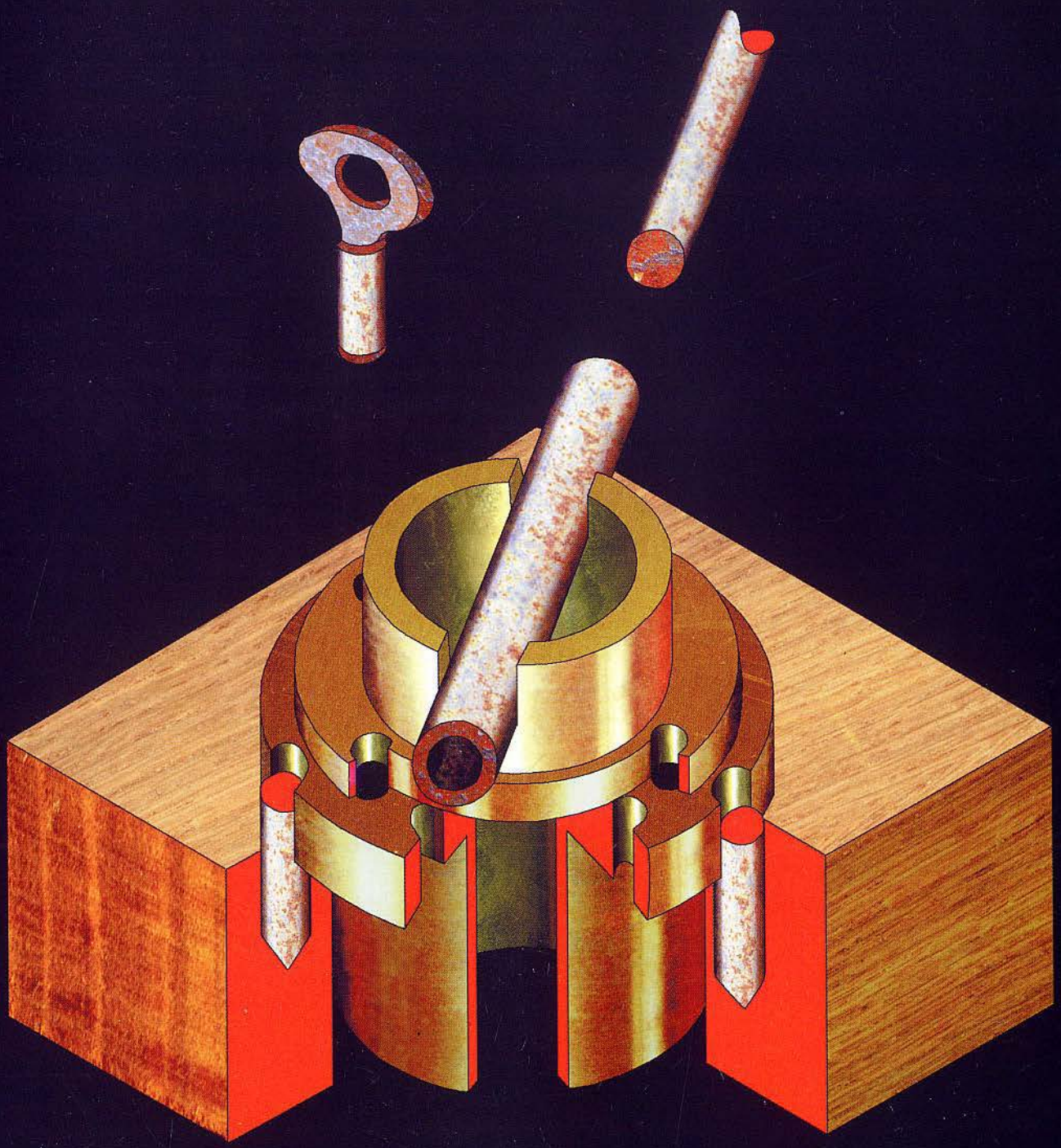
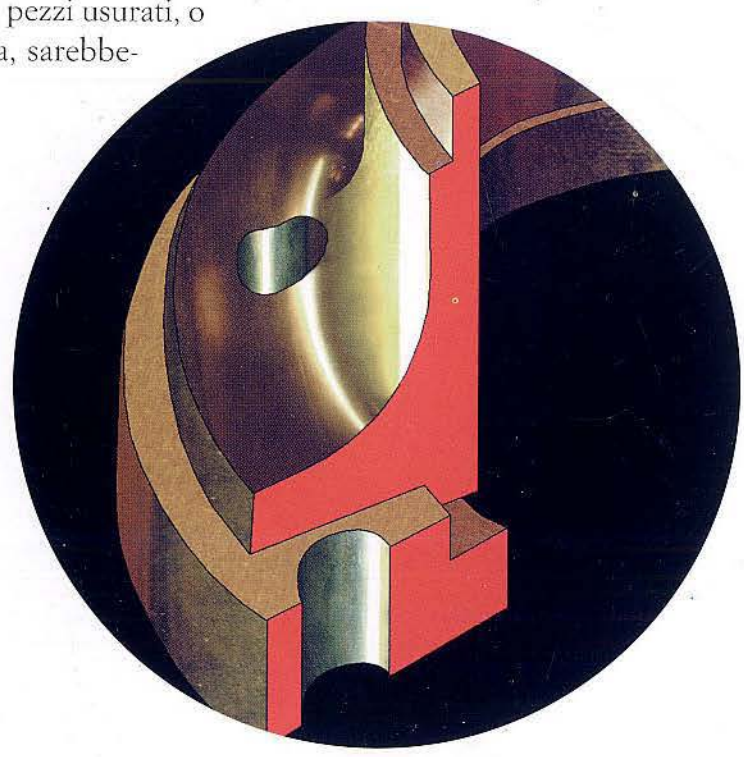


TAVOLA XXIV

Ricostruzione grafica schematica del sistema di collegamento tra flangia e sottoflangia entrambe di bronzo. Per consentire alle prime di poter ruotare nelle seconde senza eccessivi attriti si escogitarono alquante soluzioni sostanzialmente riconducibili a due sole. La prima consisteva nel realizzare nella parte centrale della sottoflangia una sorta di pista incavata, in modo che al suo interno potesse ruotare il collarino inferiore della flangia mobile. Una concezione del genere la si applicò sia quando la si foggiò a forma di piastra che quando a forma di ghiera, munendole in ambedue le configurazioni dei soliti buchi di ancoraggio. Il secondo sistema, invece, consistette nel dotare la sottoflangia, piastra o ghiera che fosse, di un bordino rialzato interno, una sorta di collarino, destinato a penetrare nella flangia mobile fungendo da perno di rotazione.

Sebbene le fonti disponibili nulla tramandano circa le flangie, di cui anzi sembrano ignorare persino l'esistenza, i ritrovamenti archeologici colmano, peraltro in maniera oggettiva, la lacuna. In merito va precisato che pur non essendo gli elementi ritrovati numerosissimi, in pratica non superano due dozzine, sono fra di loro abbastanza omogenei per fattura, configurazione, lavorazione e concezione, nonostante i siti di rinvenimento spazino dal Nordafrica alla Spagna, dall'Italia settentrionale alla Grecia orientale. Tenendo presente che siffatte componenti di bronzo, vennero impiegate per un arco fruitivo di quasi un millennio, la estrema rarità dei rinvenimenti stupisce. Occorre però ricordare che il bronzo con cui erano costruite fu sempre un metallo ricercatissimo e di notevole pregio, anche in epoca moderna, specie dopo l'avvento delle artiglierie. Mai pertanto dei pezzi usurati, o recuperati sul campo di battaglia, sarebbero scampati al crogiolo.



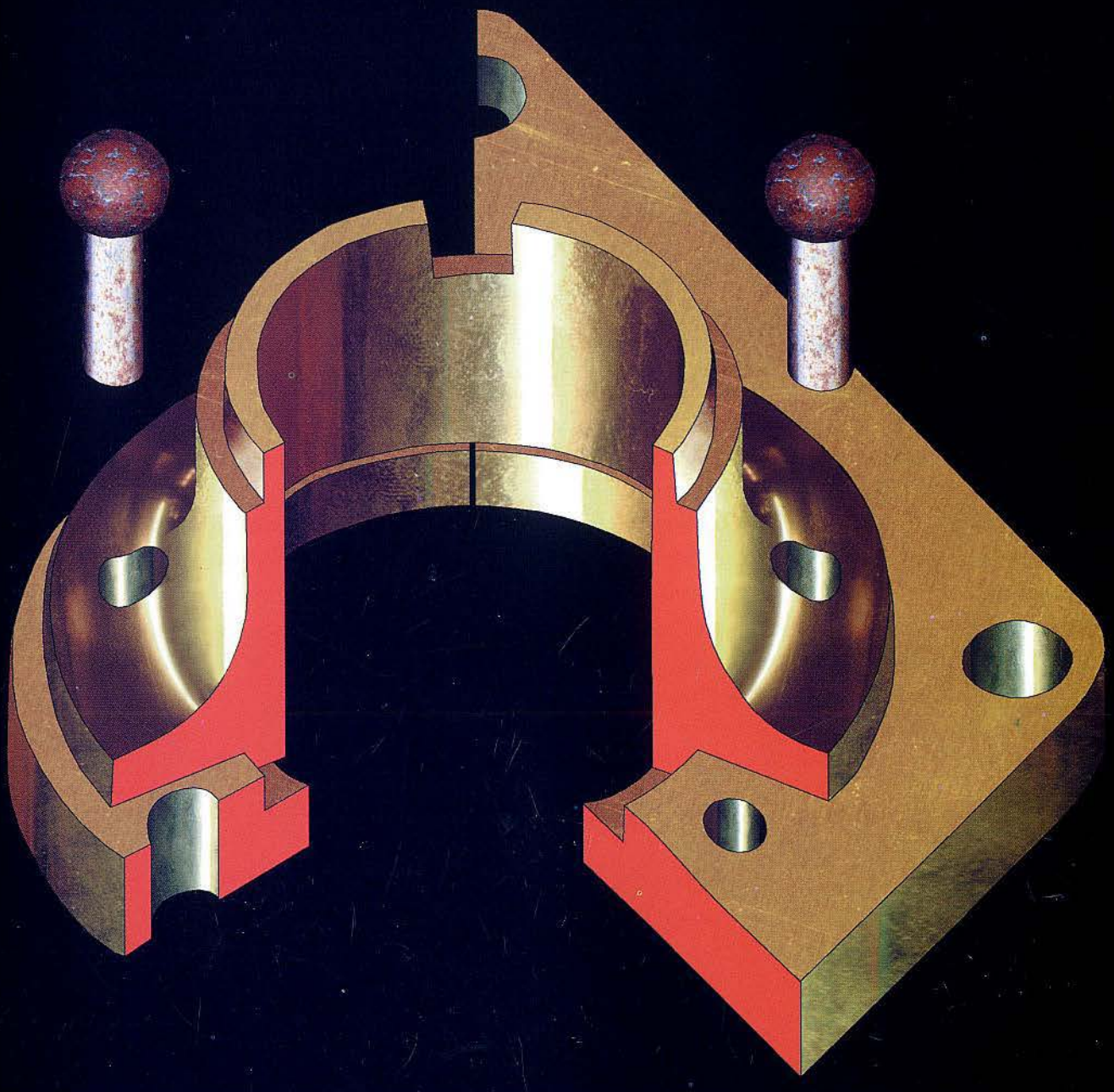


TAVOLA XXV

A - Flangia in bronzo rinvenuta nei pressi di Cremona, vista lateralmente. Il reperto è custodito nel Museo Civico Ala Ponzone.

B - Altra flangia in bronzo facente parte del medesimo rinvenimento, con evidenti differenze rispetto alla precedente. Anche questa è custodita presso il Museo Civico di Cremona.

Nell'aprile del 1887, nel corso di alcuni lavori nei pressi del Borgo di Porta Ognissanti a Cremona tornarono alla luce, oltre ad alcuni teschi, otto grossi anelli di bronzo il cui diametro esterno oscillava intorno ai 130 mm e quello interno agli 80, ed una piastra sempre di bronzo. Dopo una accorta analisi e dopo una comparazione con similari reperti affiorati in altre parti d'Europa e del Nordafrica gli enigmatici elementi rotondi, già scambiati per mozzi di ruote, si identificarono quali flangie per catapulte a torsione, da suddividersi in due gruppi di quattro pezzi ciascuno. In entrambi l'escursione dei diametri esterni è molto meno sensibile di quella degli interni, anomalia che non può ritenersi causale. Essendo fabbricati per fusione da poche matrici matrici identiche, con diametro esterno di 135 mm ed interno di 70, le diversità sono d'attribuirsi al diverso grado di usura. Col trascorrere del tempo, le flangie inevitabilmente si rigavano lungo la loro anima cilindrica: indispensabile, allora, per evitare lo sfilacciarsi della matassa procedere all'alesatura e lucidatura periodica. Quanto alle tracce di percussioni sulla corona esterna devono ascriversi ad eventi bellici che determinarono molto probabilmente la distruzione della macchina. Conclusione confermata dalla presenza in altre flangie del medesimo rinvenimenti delle sbarrette di ferro, supporto delle matasse, ancora saldamente in sede, nonché un certo numero di perni di ferro, spezzati ma sempre nelle ghiere: tanto le une quanto gli altri potevano trovarsi in quella posizione solo su macchine funzionati.

TAVOLA XXVI

A - Insieme della flangie ritrovate a Cremona. *(Museo Civico Ala Ponzone)*

B - Dettaglio flangia con sbarretta

La presenza delle sbarrette testimonia la distruzione bellica della macchina di cui facevano parte. Esaminando più minuziosamente le flangie in questione è facile scorgere che la loro ghiera presenta quattro fori passanti, destinati all'attraversamento dei perni di bloccaggio. In pratica quando si predisponevano le artiglierie a torsione all'impiego se ne ruotavano le matasse, agendo appunto su queste flangie con delle apposite chiavi. Una volta conseguita la tensione necessaria si fissavano con dei robusti perni. Nei modelli più semplici i perni finivano nel legno dei sottostanti pannelli, esattamente come dei grossi chiodi. In quelle più evolute in sofisticate sottoflangie di bronzo, munite a loro volta di numerosi fori passanti: il numero di questi però era mediamente tre-quattro volte quello delle flangie in modo da consentire una facile corrispondenza fra i primi ed i secondi, indispensabile per inserirvi i perni.

A Cremona non si è rinvenuta alcuna sottoflangia, ma nel ritrovamento di Mahdia, invece, effettuato all'interno di un relitto, praticamente coevo ai precedenti reperti, adagiato sul fondo del Mediterraneo, ne compaiono un paio simmetriche. Queste sebbene ascrivibili ad altre macchine possono a giusta ragione equipararsi alle menzionate sottoflangie.

TAVOLA XXVII

A - Flangie simmetriche con fori passanti sulla corona, facenti parte del carico della nave romana affondata dinanzi a Mahdia. Tunisi museo del Bardo.

B - Raffronto rilievi delle flangie di Cremona, nella parte superiore, con quelle ad arpioni di Mahdia, nella parte inferiore.

Nel 1907 a circa 4 km a largo di Mahdia nei pressi di Tunisi, alla profondità di appena 39.50 m venne ritrovata una imbarcazione di origine romana. Si trattava di uno scafo lungo circa 40 m e largo 13, in discrete condizioni di conservazione. Per quanto in seguito potette essere accertato la nave era partita dal Pireo ad Atene tra l'80 ed il 70 a.C., diretta con molta probabilità verso l'Italia, forse a Napoli o ad Ostia. Sorpresa in prossimità di Messina da un violento fortunale fu costretta a dirottare sulla Tunisia, dove a 4770 m al largo di Madia affondò. Il recupero del carico si prolungò fino agli a metà degli anni '50, ed i reperti finirono tutti esposti al museo del Bardo di Tunisi: tra essi, in un gruppo di sei pezzi circolari di bronzo, anche una coppia di flangie con diametro interno pari a circa 95 mm, esterno a circa 150 mm, ed altezza a circa 50 mm. Pur non essendo delle sottoflangie la loro foggia appare molto simile alle stesse, riscontrandosi lungo la corona 12 fori cilindrici passanti nessuno dei quali otturato da perni. La forma complessiva presenta una straordinaria somiglianza con attuali flangie per condotte idrauliche ad alta pressione: nessuna meraviglia quindi che per un certo periodo siano state confuse con componenti di pompe di sentina.

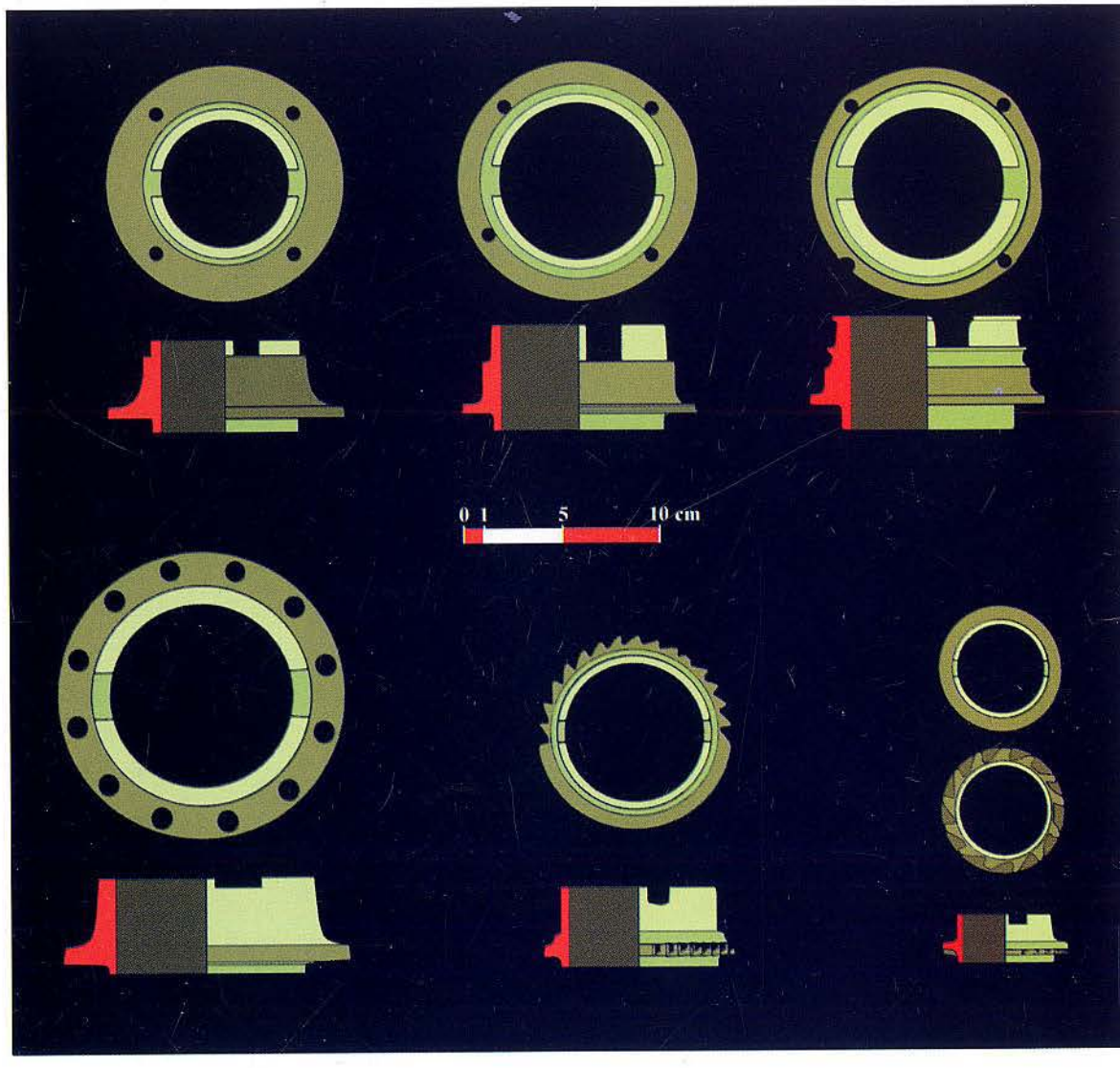
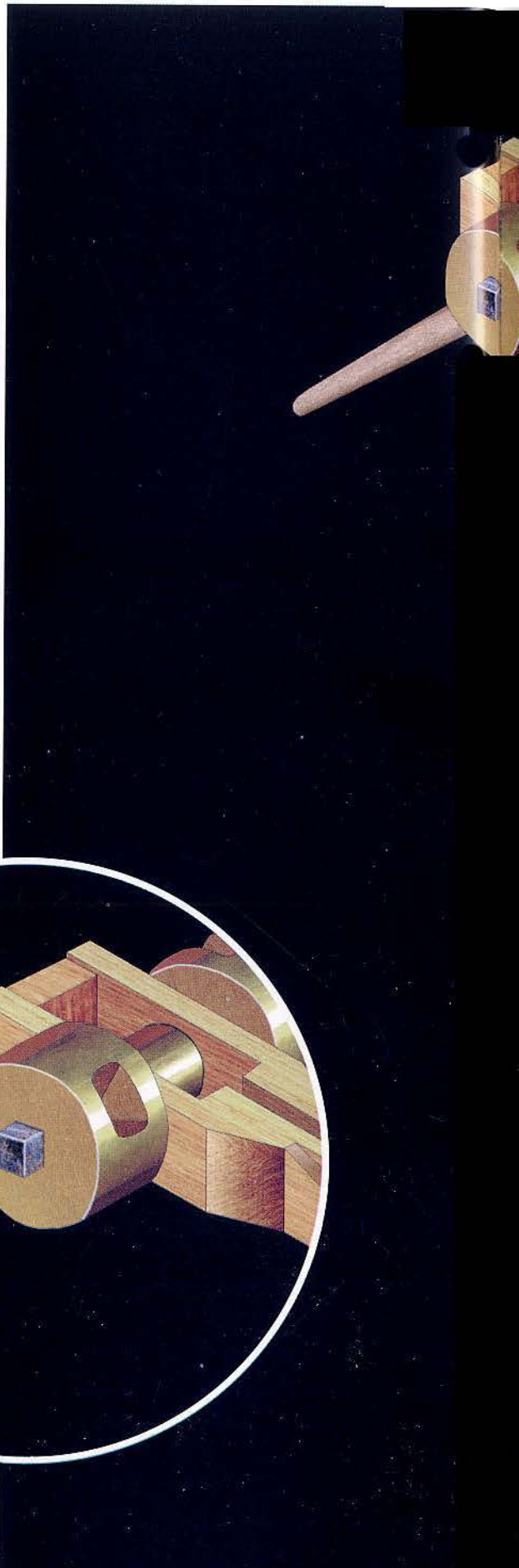

0 1 5 10 cm

TAVOLA XXVIII

Ricostruzione grafica di una catapulta a torsione standard di concezione greco-romana, in sostanza l'artiglieria di base nella sua definizione più elementare.

La catapulta raffigurata può reputarsi il modello standard dell'area mediterranea tra il III sec. a.C. ed il V sec. d.C. A partire dal I sec. a.C. subirà una serie di perfezionamenti, ciascuno dei quali può ritenersi il contributo del singolo tecnico che di volta in volta si cimentò con la sua costruzione. Va osservato che a differenza delle macchine a flessione quelle a torsione vennero dimensionate in base ad un preciso modulo, pari al diametro della matassa. Attenendoci allo stesso criterio abbiamo per un pezzo di media potenza, modulo di cm 10, un arco a due braccia indipendenti con corda di cm 130; un affusto a tripode con sovrastante giunto universale sopportante un fusto lungo circa 190 cm, largo e spesso circa 10. Quanto alle matasse consentivano alle braccia, lunghe circa cm 50, di attingere in fase di caricamento un angolo di 45°, con significativo sfruttamento energetico. L'operazione si effettuava tramite il verricello posteriore, i cui arresti retrogradi di sicurezza erano sempre le cremagliere laterali per nottolini di metallo solidali alla slitta. La corsa di caricamento di quest'ultima, lunga poco meno di un metro, risulta di circa cm 60. Quanto ai dardi si devono presumere delle medesima lunghezza della slitta, ovvero di tre piedi.



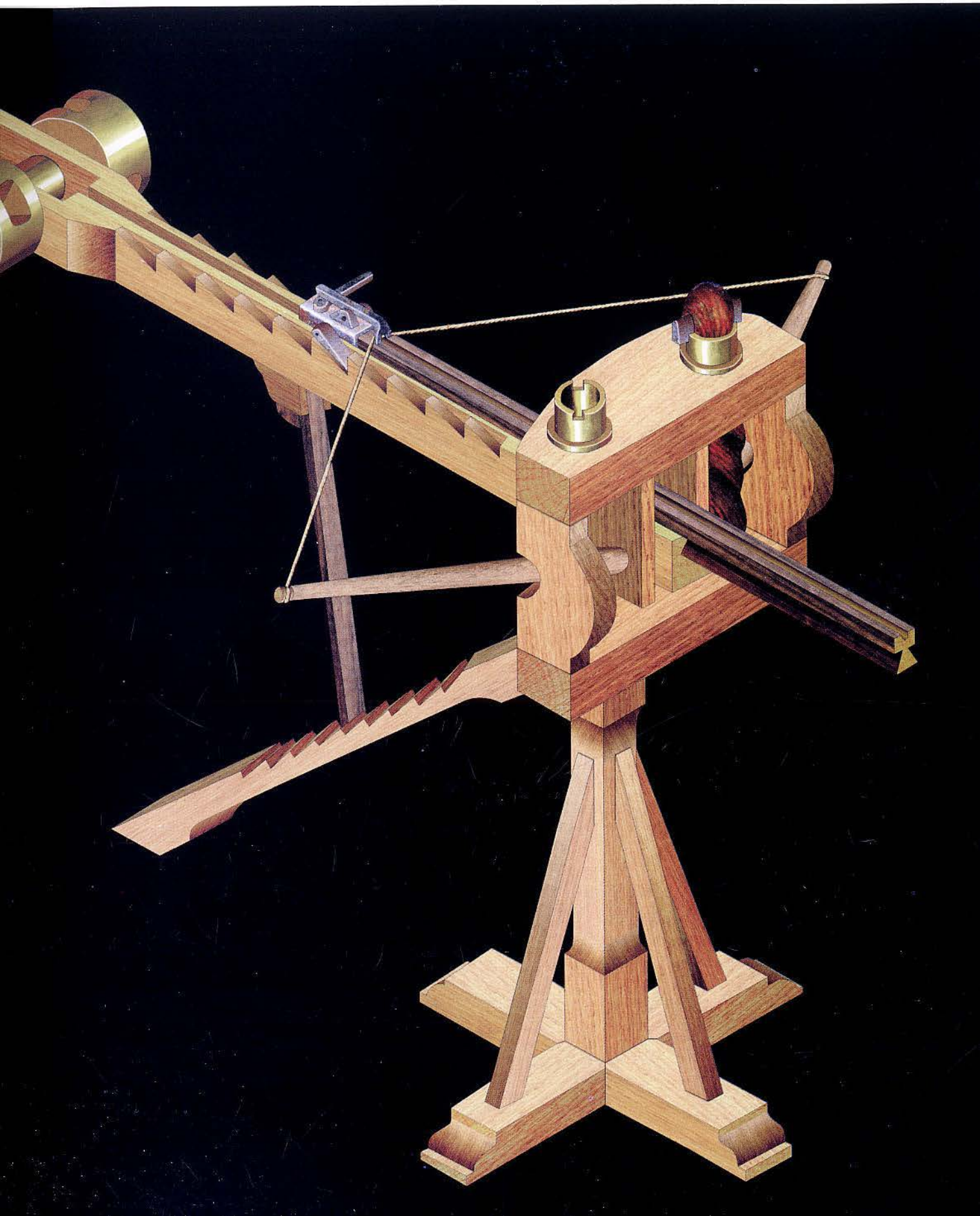
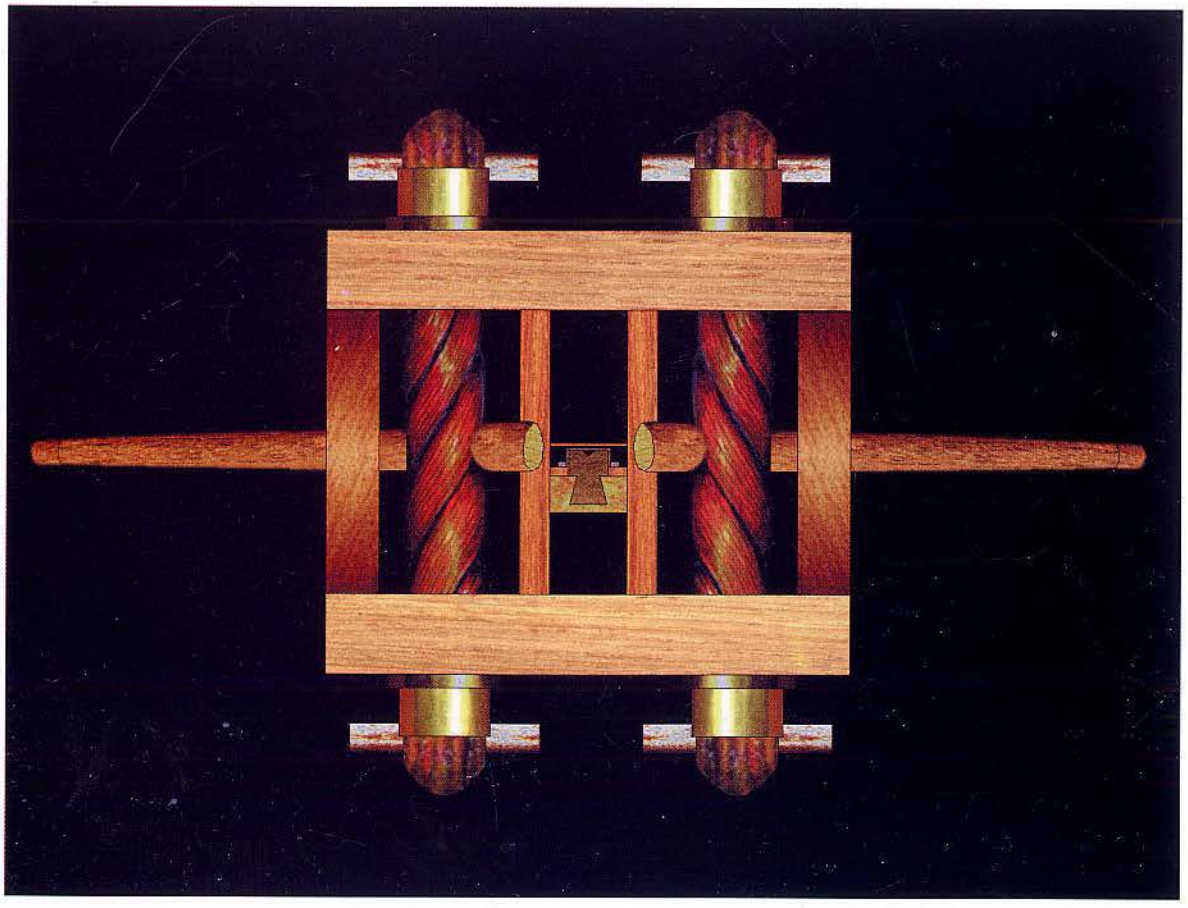
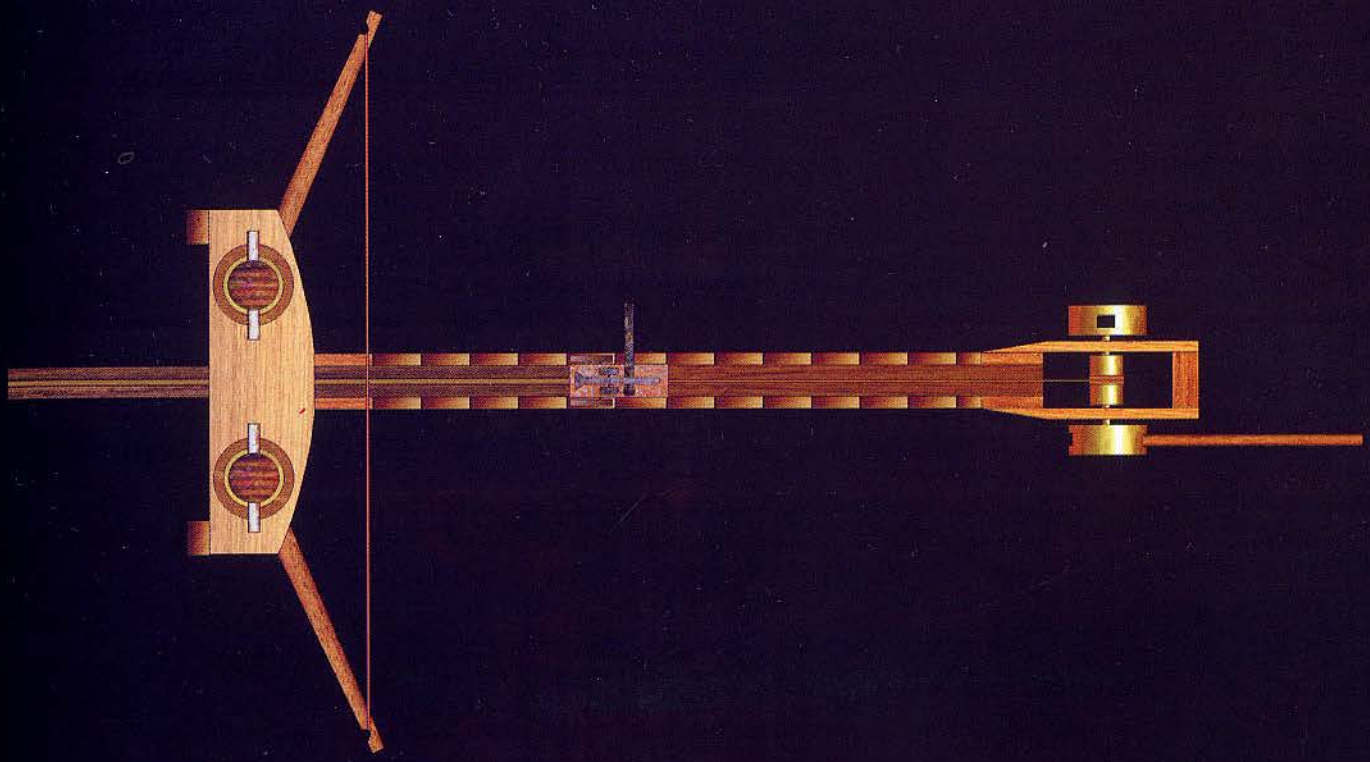
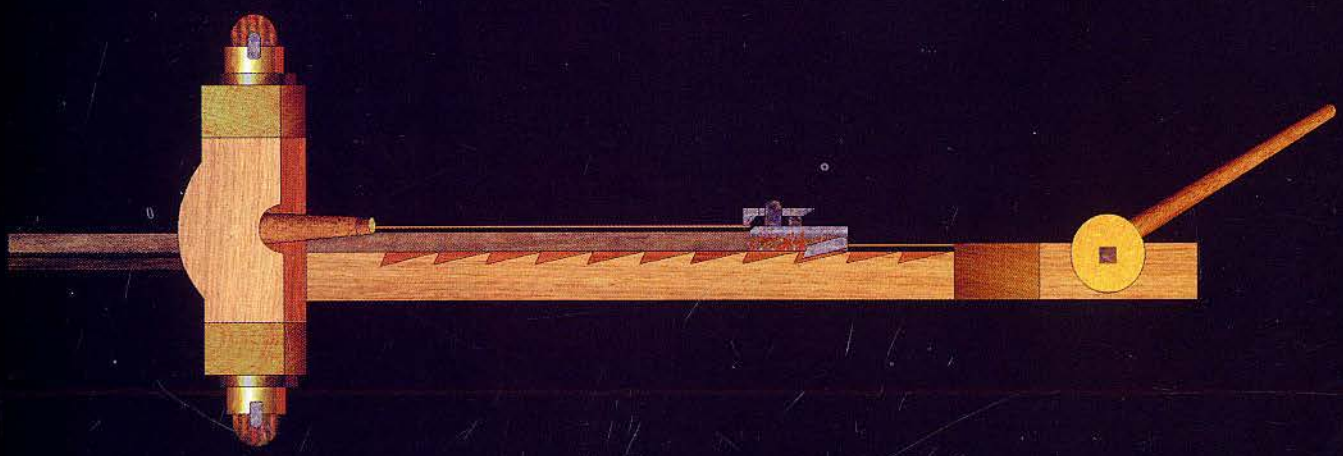


TAVOLA XXIX

Catapulta standard di epoca greco-romana: planimetria, prospetto laterale e prospetto frontale. L'unità di misura è il modulo pari al diametro della matassa.
L'affusto non è rappresentato non essendo esplicitamente definito nel trattato.







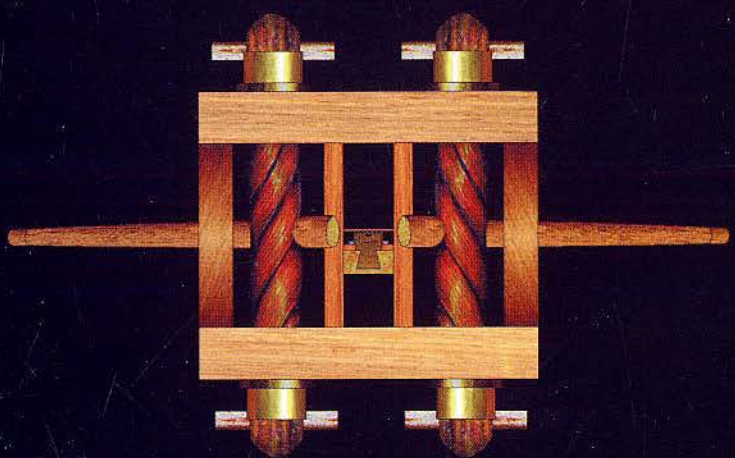


TAVOLA XXX

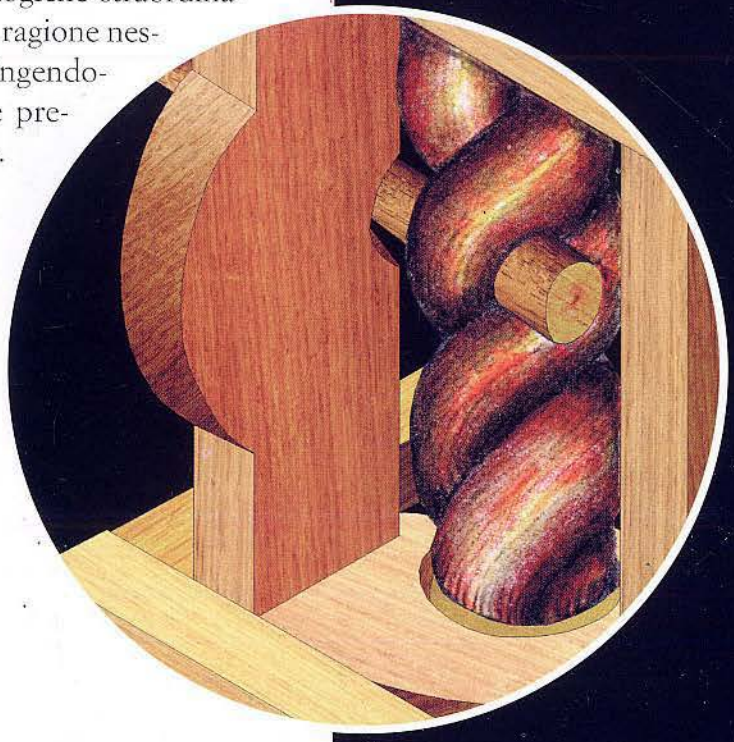
Ricostruzione grafica della struttura di supporto di una singola matassa. Si trattava in pratica dell'elemento contenitivo di una matassa elastica, completo di ancoraggi, bloccaggi e pannelli di sostegno, indispensabili per la sua messa in tensione e per il suo assemblaggio con l'arma. Ben evidenti gli incastri a mortase e tenoni dei diversi componenti in legno e soprattutto le flangie fisse e mobili per la torsione delle matasse. Il dimensionamento risponde alle regole innanzi esposte.

E' interessante ricordare che le quote del pannello di ancoraggio delle matasse, indubbiamente il pezzo fondamentale dell'incastellatura, venivano determinate dai progettisti in funzione delle dimensioni dei lati verticali dell'alloggiamento, a loro volta stabiliti in base al diametro della matassa. Sebbene il suo spessore non sia prescritto con altrettanta pignoleria si deve presumere uguale al dimetro suddetto. Quasi certamente i tecnici preposti alla costruzione delle catapulte per realizzare il pannello procedevano tracciando prima un rettangolo con il lato minore pari alla larghezza dell'elemento verticale e quello maggiore doppio. Posizionato il rettangolo con un lato maggiore orizzontale ne disegnavano la diagonale corrente dallo spigolo inferiore sinistro a quello superiore destro ed immediatamente dopo la sua parallela dallo spigolo superiore sinistro. Fatta intercettare quest'ultima con il prolungamento del lato minore destro si otteneva un parallelogramma al cui centro si collocava il foro per la matassa ed ai lati le mortase. Gli ingegneri avevano portato i loro procedimenti di progettazione al punto da includere nelle istruzioni per la costruzione di catapulte metodi di trasformazione automatica della scala.

TAVOLA XXXI

Ricostruzione grafica di un gruppo motoprolpusore a pannelli intercambiabili, supportati da incastellatura ortogonale. Sulle teste dei pannelli sono posizionati dei *capitelli* di legno quadrati, muniti al centro di un foro, per l'attraversamento delle matasse e superiormente di flangie di bronzo, per il loro ancoraggio. L'insieme è serrato mediante incastri e cunei di bloccaggio. Nei montanti esterni sono presenti degli alloggiamenti semicircolari, destinati ad evitare che le braccia dell'arma nel violento ritorno vi urtassero contro.

La procedura di montaggio seguiva una precisa sequenza: in pratica, realizzati con la massima precisione i quattro pannelli, si inserivano in una apposita struttura solida ed al contempo semplice, bloccandoli tramite incastri e cunei di serraggio. La disposizione consentiva la rapida sostituzione di qualsiasi elemento si fosse accidentalmente danneggiato, in pochi minuti e con l'ausilio del solo martello. E' pertanto presumibile che ogni macchina, od ogni gruppo di macchine, disponesse di una serie completa di pezzi di rispetto, che essendo in legno non implicavano costi enormi e capacità tecnologiche straordinarie. Disgraziatamente per la stessa ragione nessuno di essi ci è pervenuto, costringendoci a desumerli dalla descrizioni e prescrizioni delle fonti greco-romane.



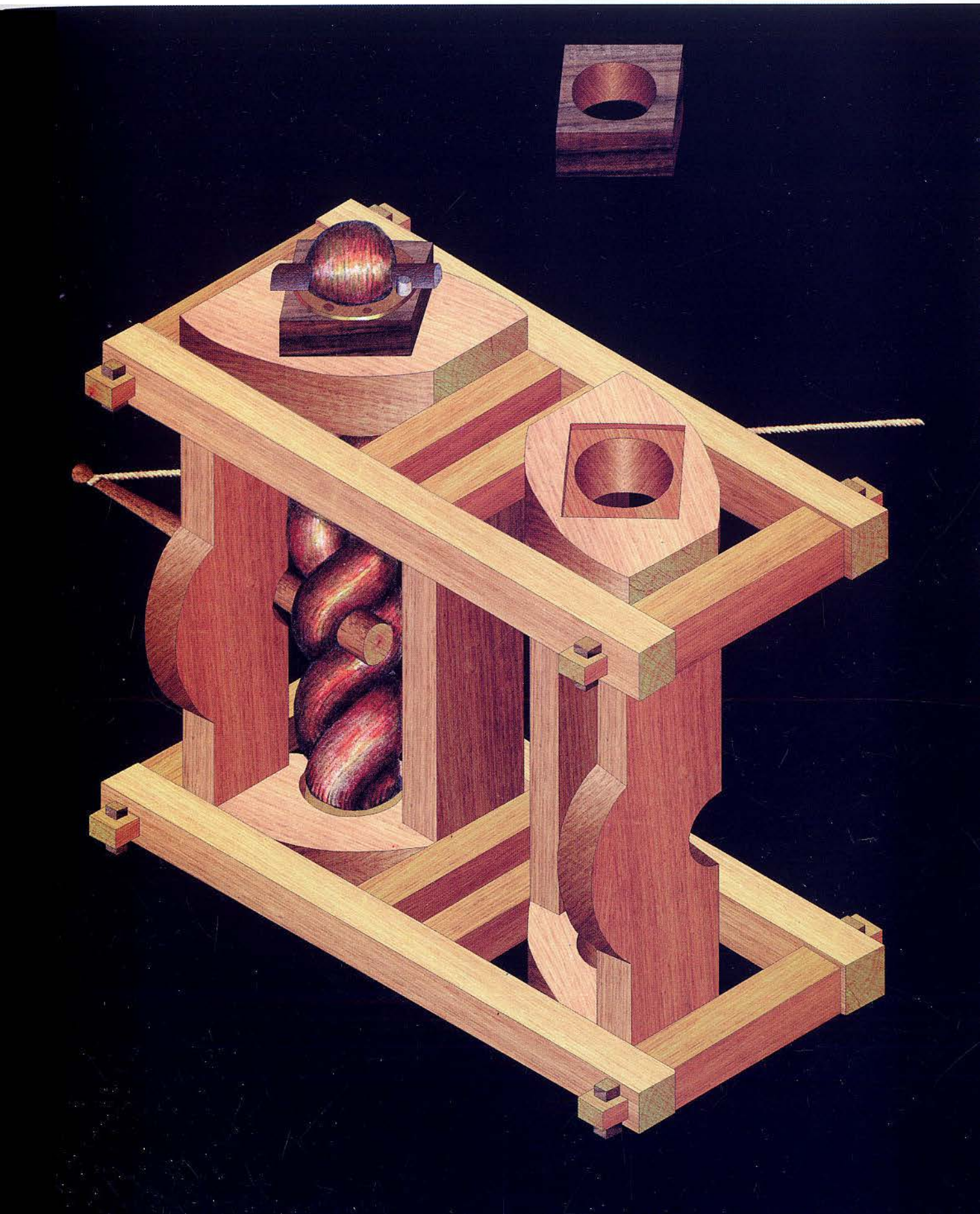
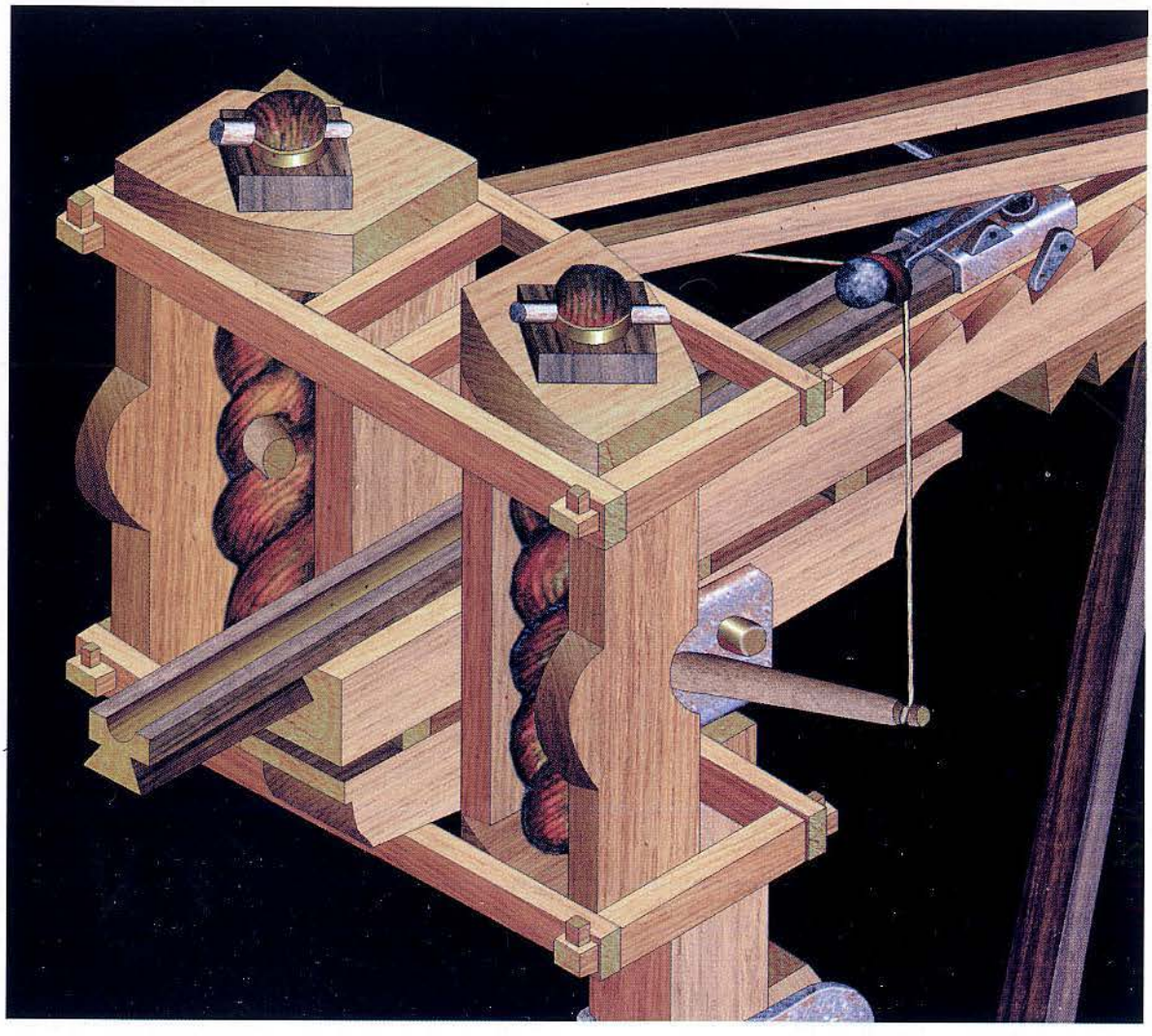


TAVOLA XXXII

Ricostruzione grafica di una balista standard di discreta potenza di epoca greco-romana, come testimoniano eloquentemente i due listelli obliqui tra fusto e motopropulsore, destinati a neutralizzare le sollecitazioni deformanti, impedendo così a quest'ultimo di inclinarsi sul primo. Non compaiono ancora le flangie rotanti, ma solo quelle fisse.

Venendo ai dettagli costruttivi, supponendo il modulo di cm 10, l'arco ostenta una divaricazione massima delle braccia di circa cm 130. L'affusto è sempre a tripode con quarta gamba per la regolazione dell'alzo. Il fusto raggiunge cm 220, con una larghezza di 20 ed uno spessore di poco inferiore. L' angolo descritto in fase di caricamento dalle braccia non supera i 45°. Il caricamento avviene tramite un unico verricello posteriore, con arresto retrogrado di sicurezza a doppia cremagliera laterale, per nottolini di metallo solidali alla slitta, lunga circa cm 130 con canale centrale di circa cm 10. Il diametro delle palle risulta di cm 7.



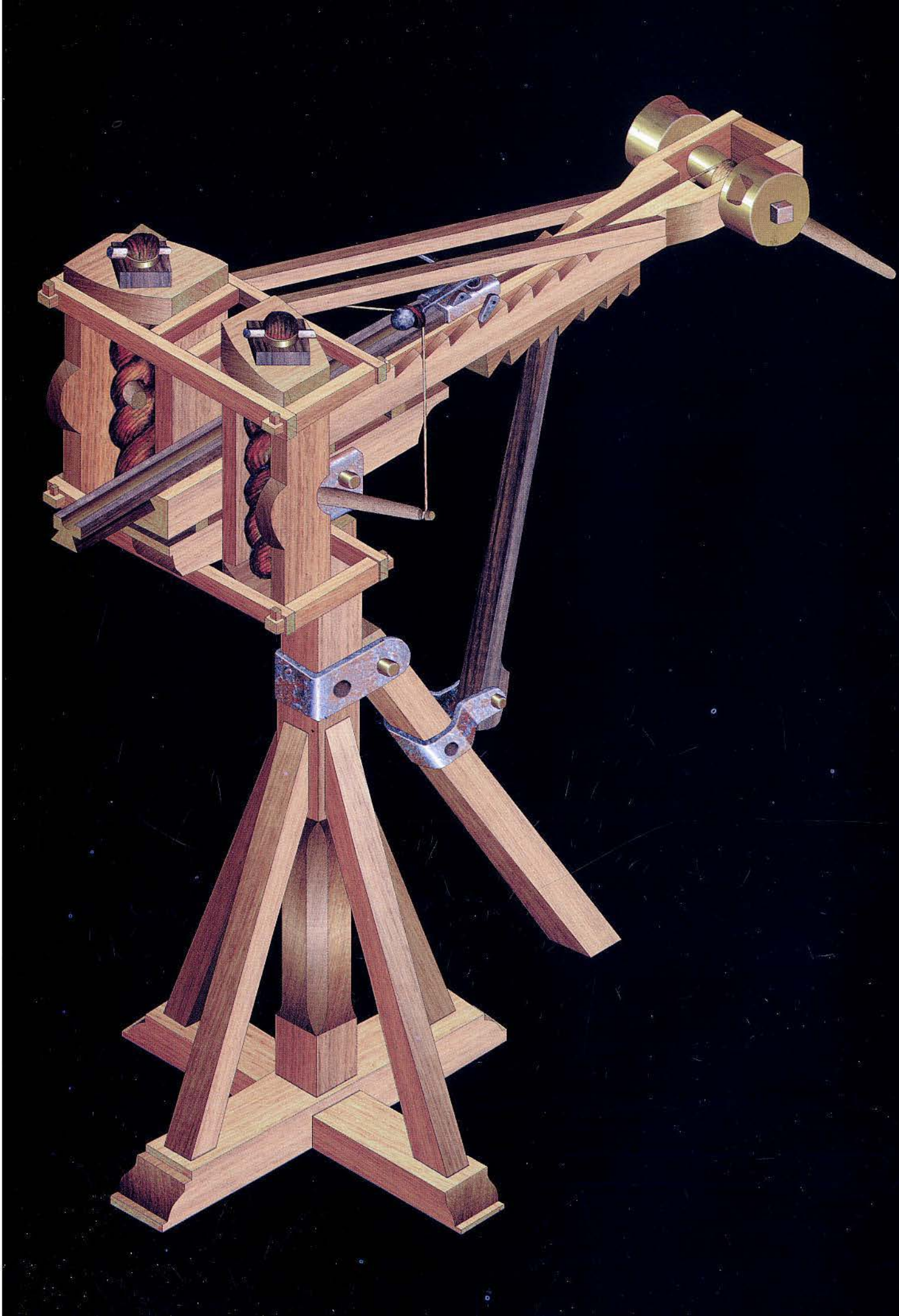
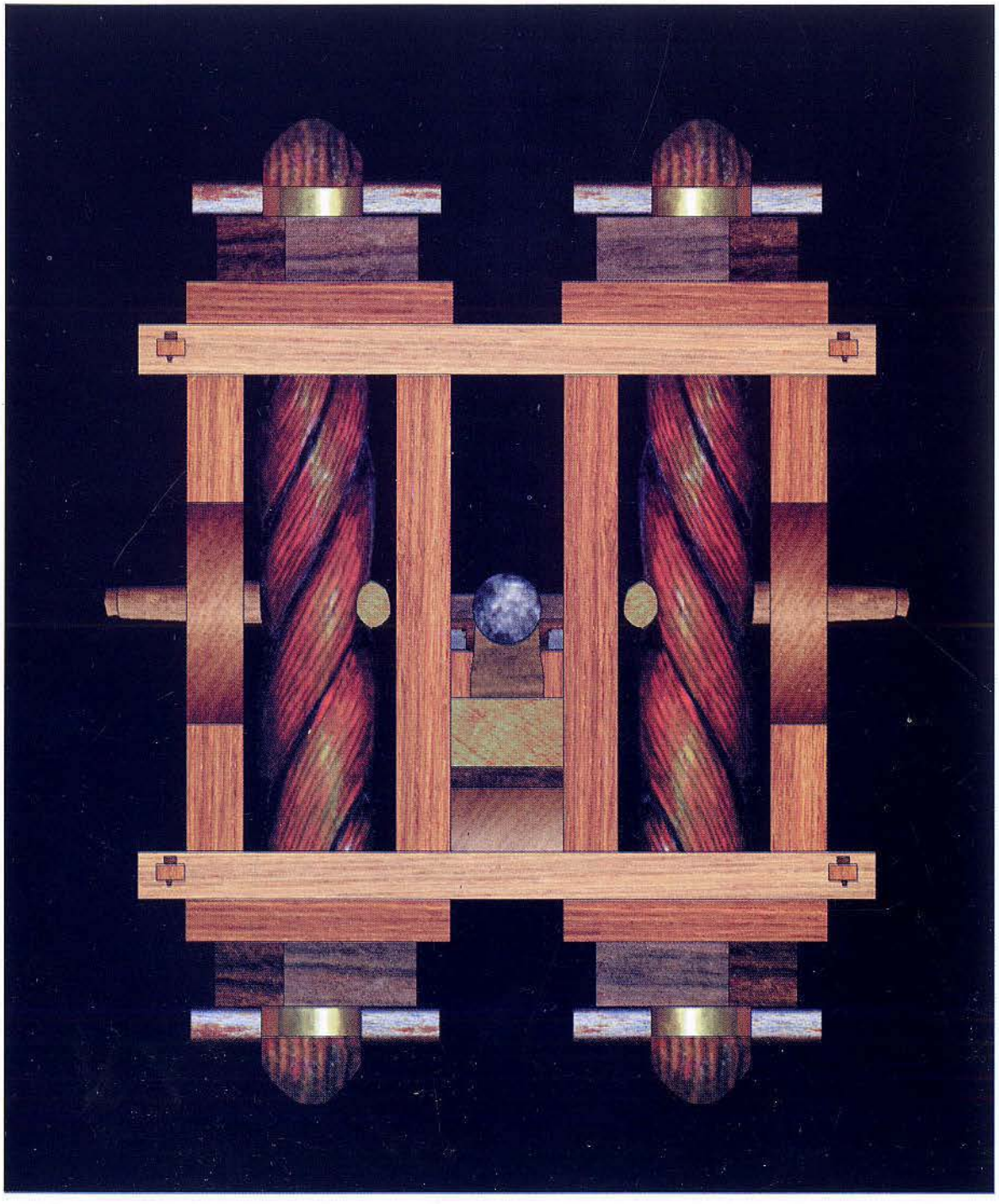
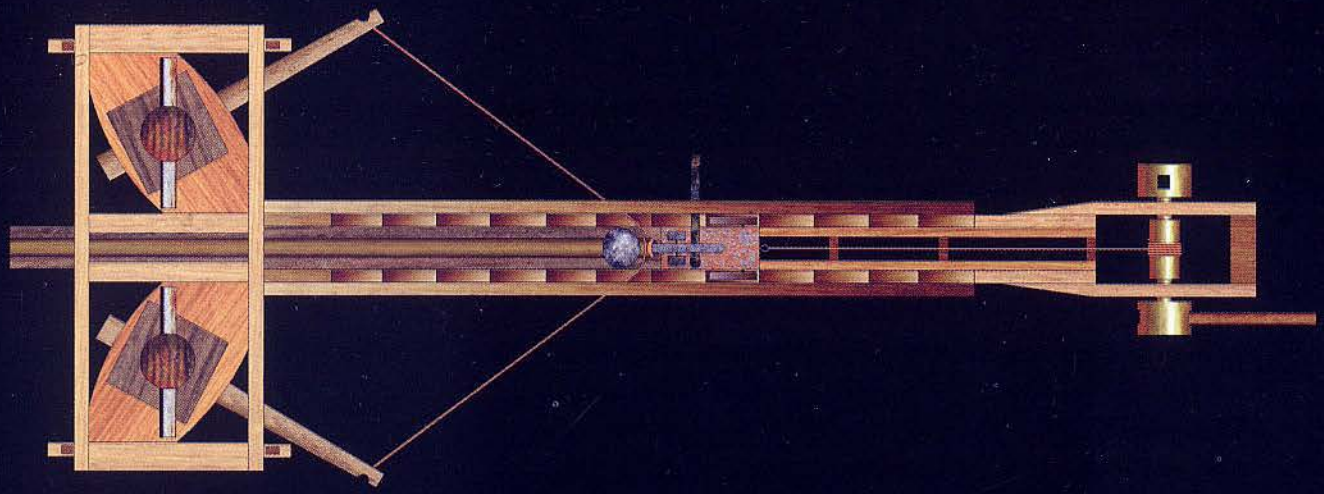
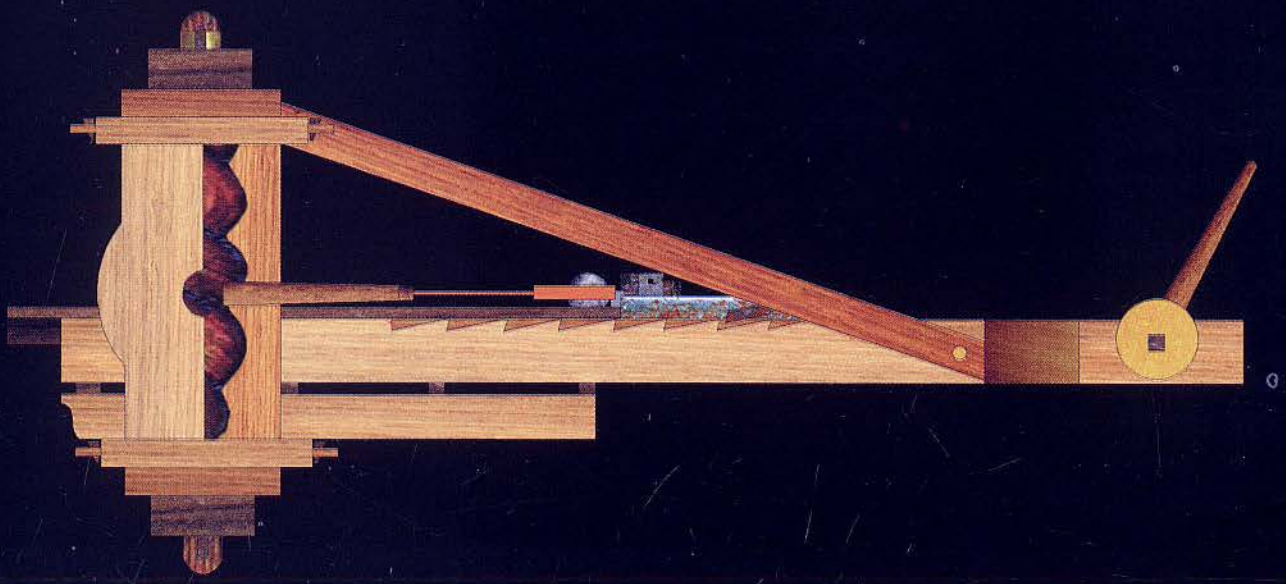


TAVOLA XXXIII

Balista standard di epoca greco-romana: planimetria, prospetto laterale e prospetto frontale. L'unità di misura è il modulo pari al diametro della matassa.
L'affusto non è rappresentato non essendo esplicitamente definito nel trattato.







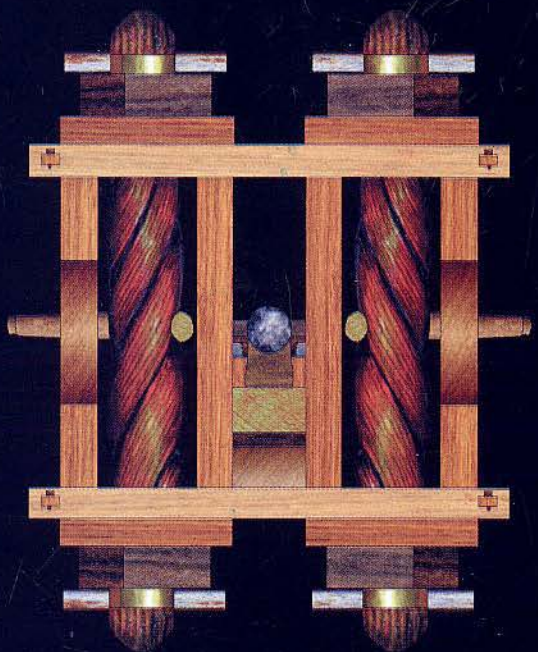
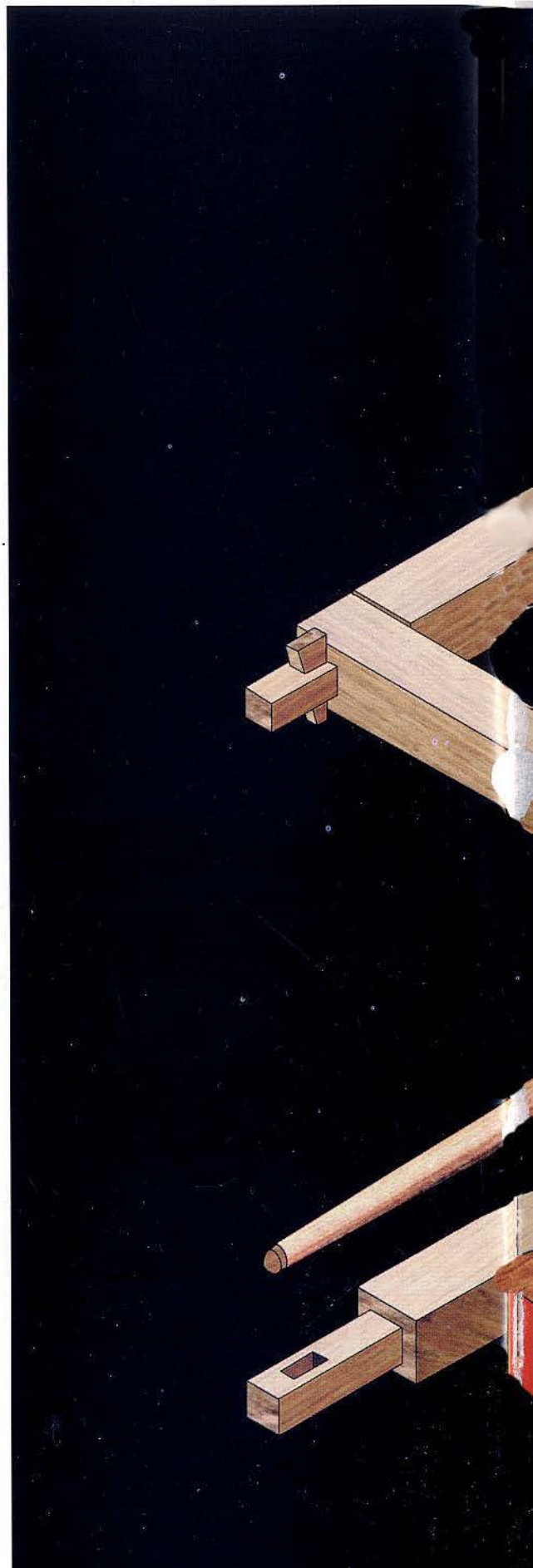


TAVOLA XXXIV

Ricostruzione grafica del gruppo motopropulsore di Vitruvio, che sebbene ricordi in prima approssimazione quello standard presenta alcune significative migliorie. In particolare i pannelli sono montati obliquamente rispetto al fusto dell'arma in modo da consentire alle braccia una rotazione più ampia, in grado di sfruttare meglio l'energia accumulata nelle matasse. I capitelli, poi, sono incastrati nei pannelli stessi, e recano la sottoflangia di bronzo già posizionata intorno al foro centrale, destinata a ricevere il collarino inferiore della flangia. Il castello di supporto è sagomato per adeguarsi alla connotazione ed è tenuto insieme da incastri a cuneo.

Oltre alle suddette migliorie del gruppo motopropulsore, l'artiglieria di Vitruvio ostenta nel suo insieme alquante importante innovazioni tecnologiche. Senza dubbio la più evidente consiste nell'abolizione delle coppia di cremagliere laterali per l'arresto retrogrado, sostituite da una ruota ad arpioni, a denti triangolari acuti, impegnati da una leva anch'essa munita di un dente triangolare per l'incastro, entrambe realizzate in ferro. La seconda sostanziale novità è percepibile nei supporti delle matasse costituiti, tanto per le catapulte quanto per le baliste, da flangie di bronzo con perni di bloccaggio.



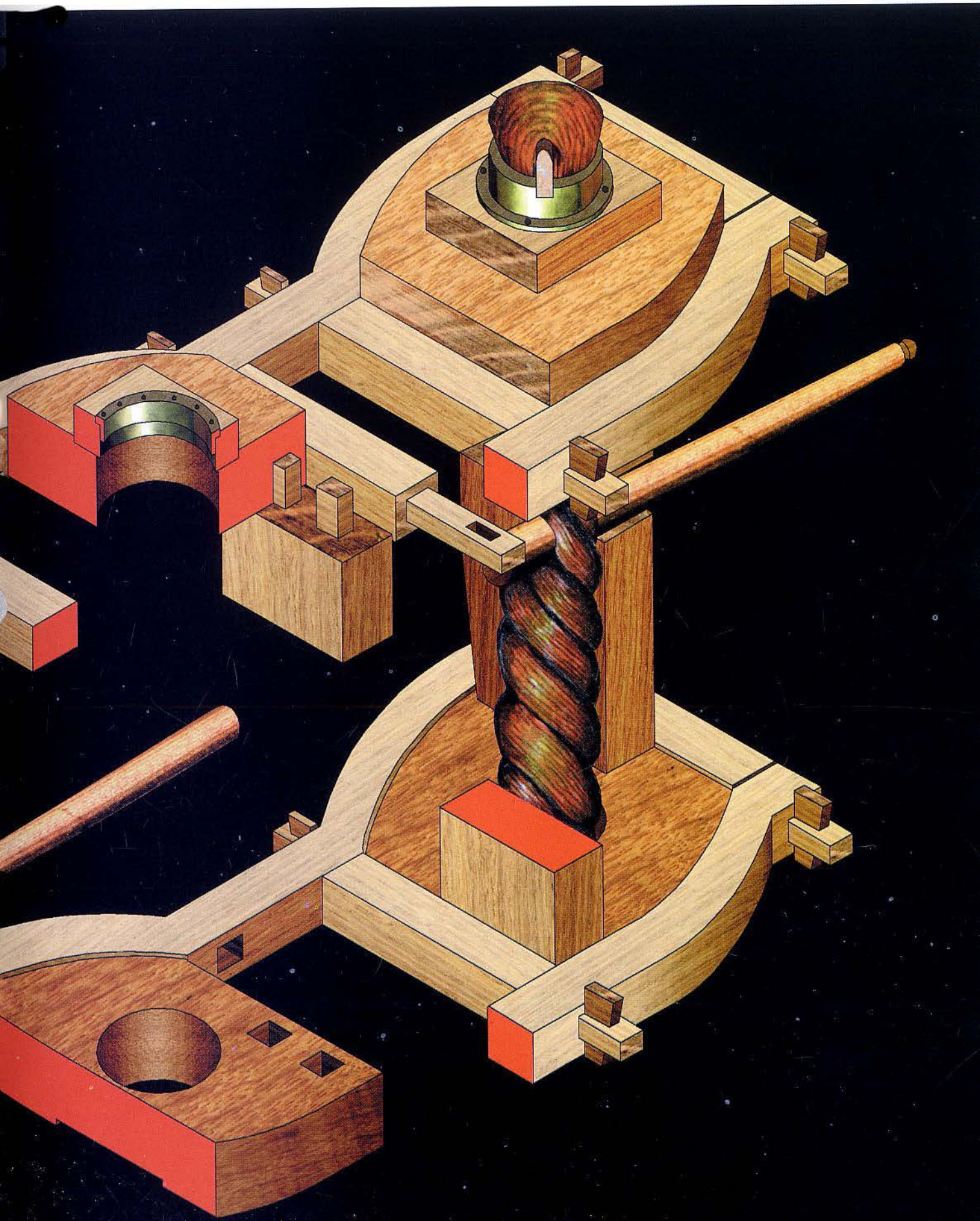
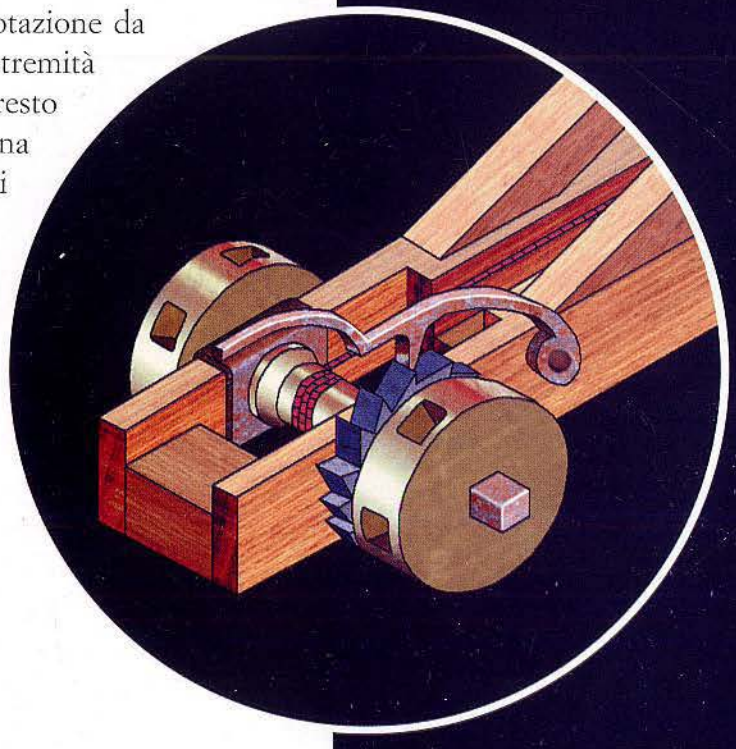


TAVOLA XXXV

Ricostruzione grafica della balista di Vitruvio: appaiono ben evidenti la sua notevole potenza, come pure la ragguardevole accuratezza della progettazione. Altrettanto esplicito lo stretto rapporto fra la destinazione dell'arma e le sue caratteristiche tecniche, frutto di un'ampia sperimentazione.

Scendendo in dettaglio il suo arco, assumendo sempre per comodità il modulo pari a cm 10, tende una corda che misura cm 130. L'affusto non è del tipo tradizionale ma a doppio tripode binato, con giogo di sostegno per il fusto. La stabilizzazione dell'alzo, ignorata dal trattatista, lascia propendere per un esatto bilanciamento della macchina, o per un supporto volante ad inclinazione variabile. Il fusto raggiunge una lunghezza di circa m 2, con una larghezza di circa cm 20 ed uno spessore di poco inferiore. Nel gruppo motopropulsore compaiono per la prima volta le flangie con sottoflangie, a loro volta insistenti sui rispettivi capitelli e pannelli. La loro adozione anche nelle artiglierie di calibro maggiore segna un deciso passo avanti nella tecnica di tali armi, evidente persino nell'incremento dell'angolo di rotazione della braccia pari a circa 50°. Il sistema di caricamento è a verricello posteriore unico posto in rotazione da due ruote ad aspi collocate all'estremità dell'asse-tamburo. Il sistema di arresto retrogrado risulta garantito da una unica ruota ad arpioni di ferro, di forma triangolare per leva di manovra a cuneo, anch'essa di ferro. Il diametro della palla scagliata si attesta intorno a cm 7, con una corsa di circa cm 90.



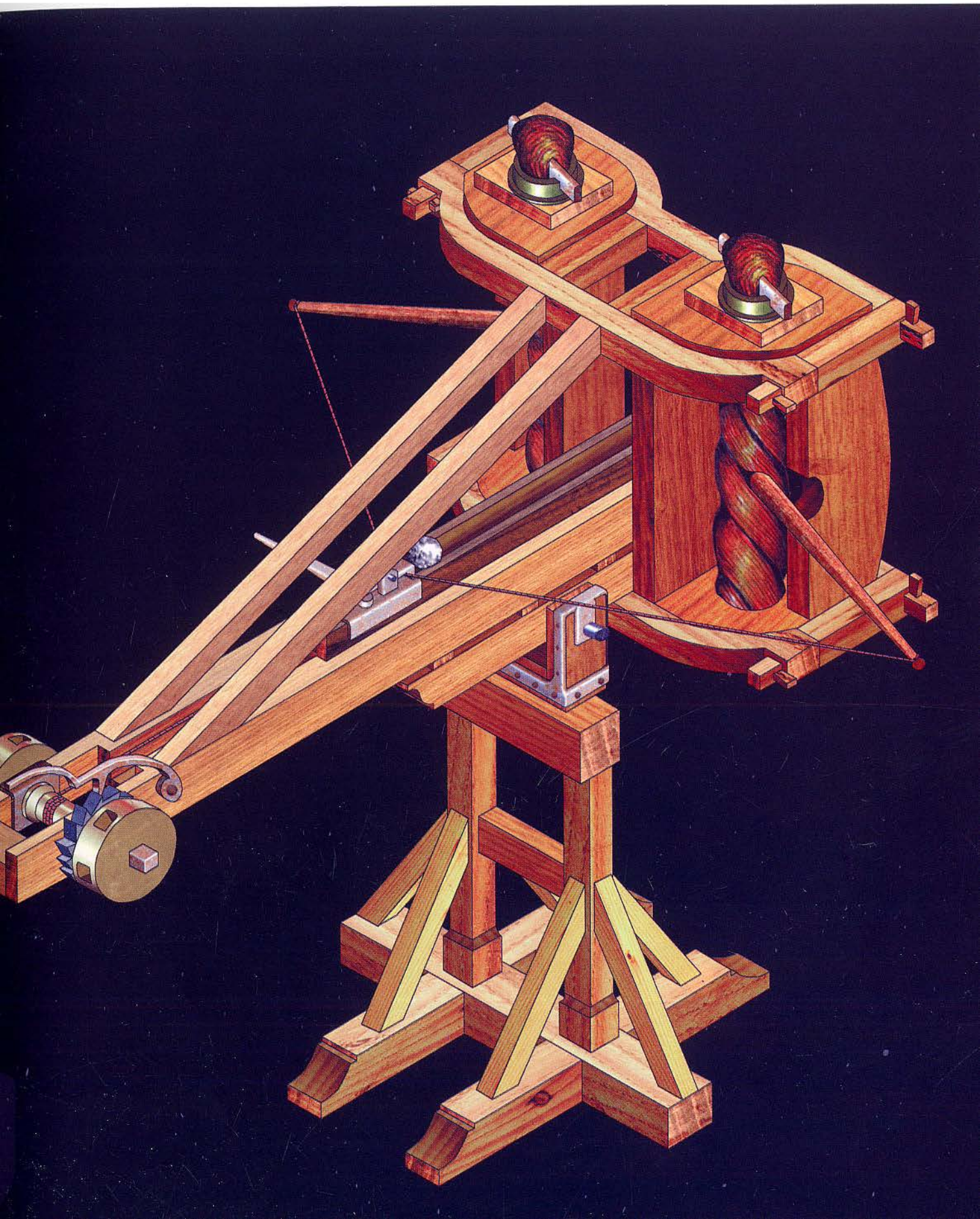
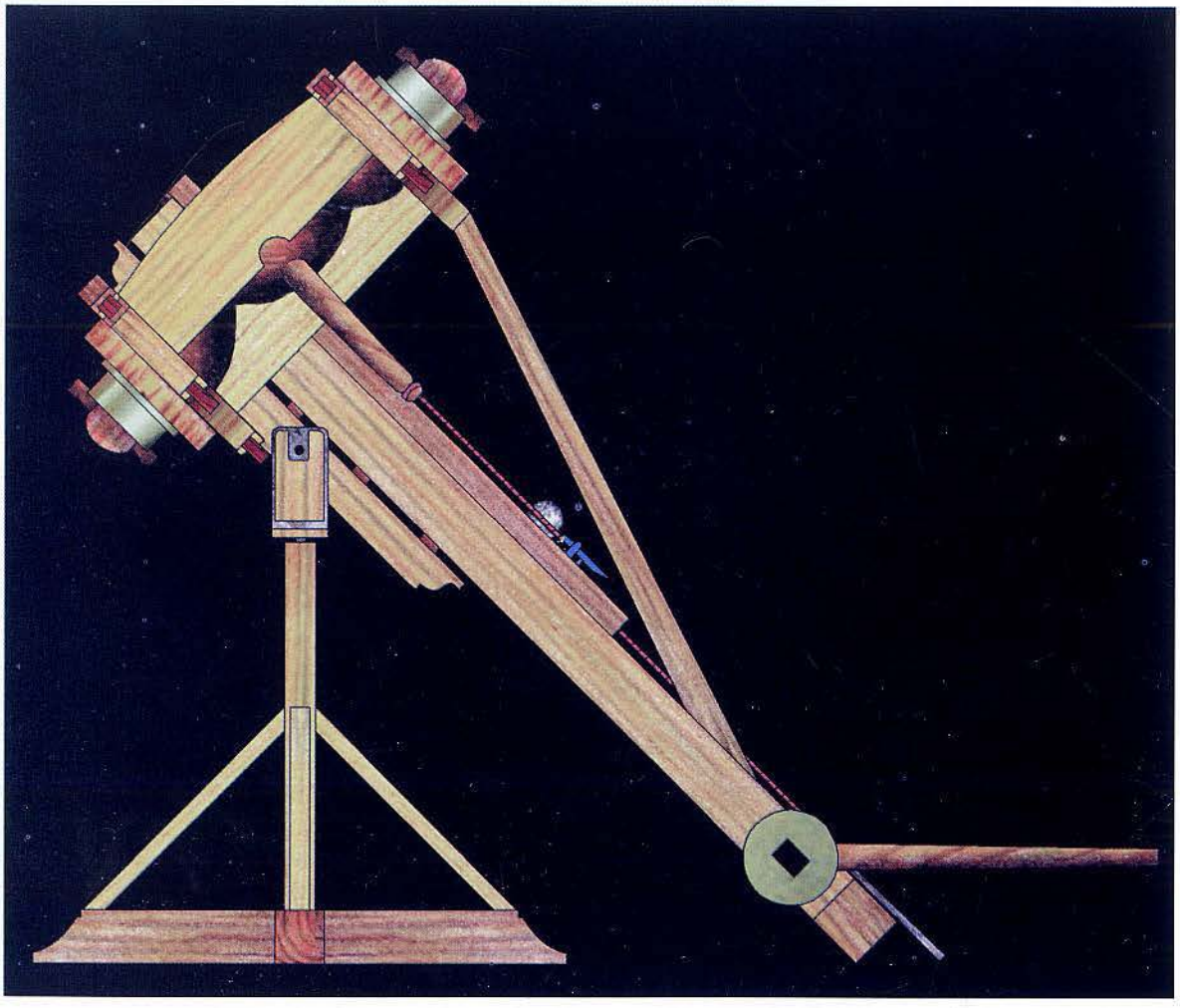
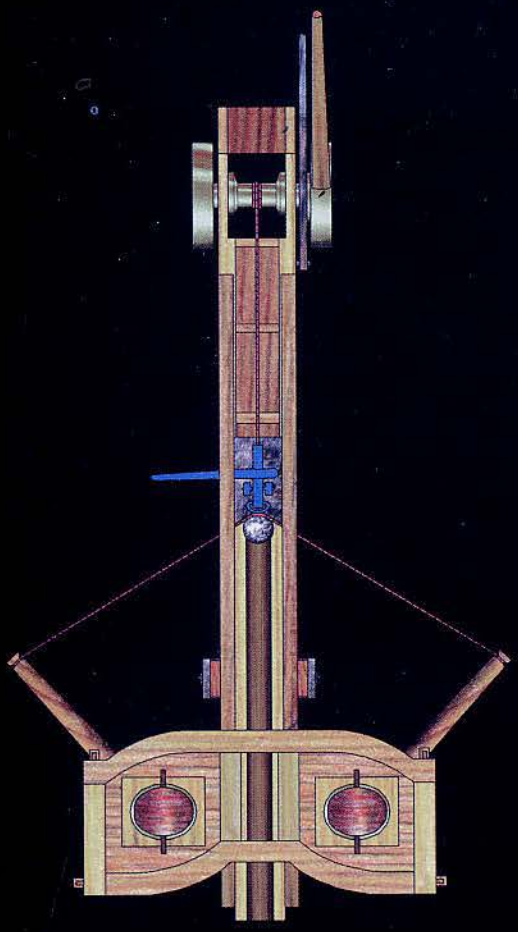
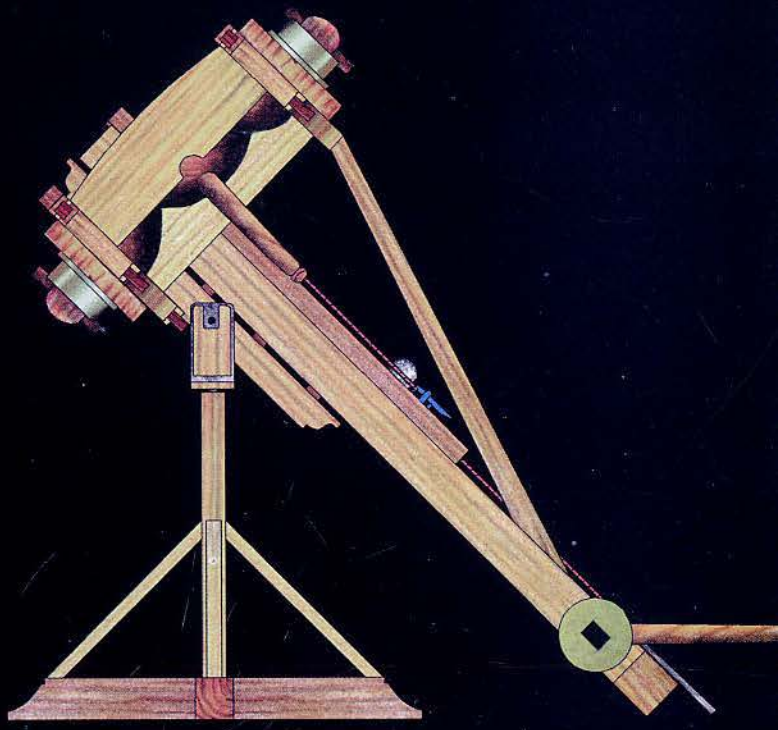


TAVOLA XXXVI

Balista di Vitruvio: planimetria, prospetto laterale e prospetto frontale. L'unità di misura è il modulo pari al diametro della matassa.







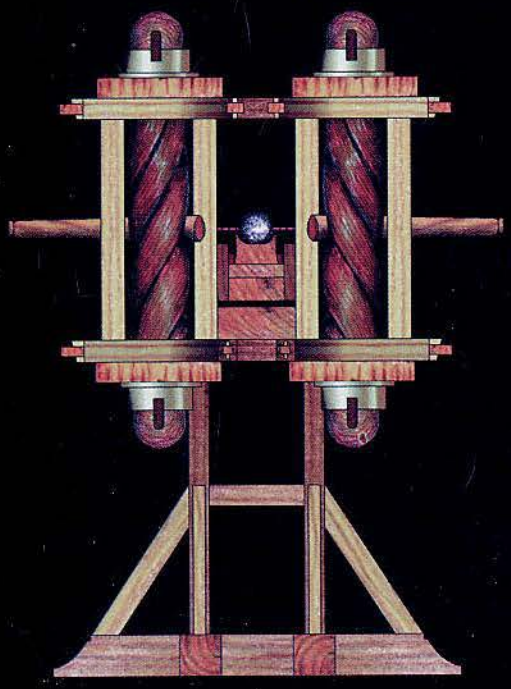


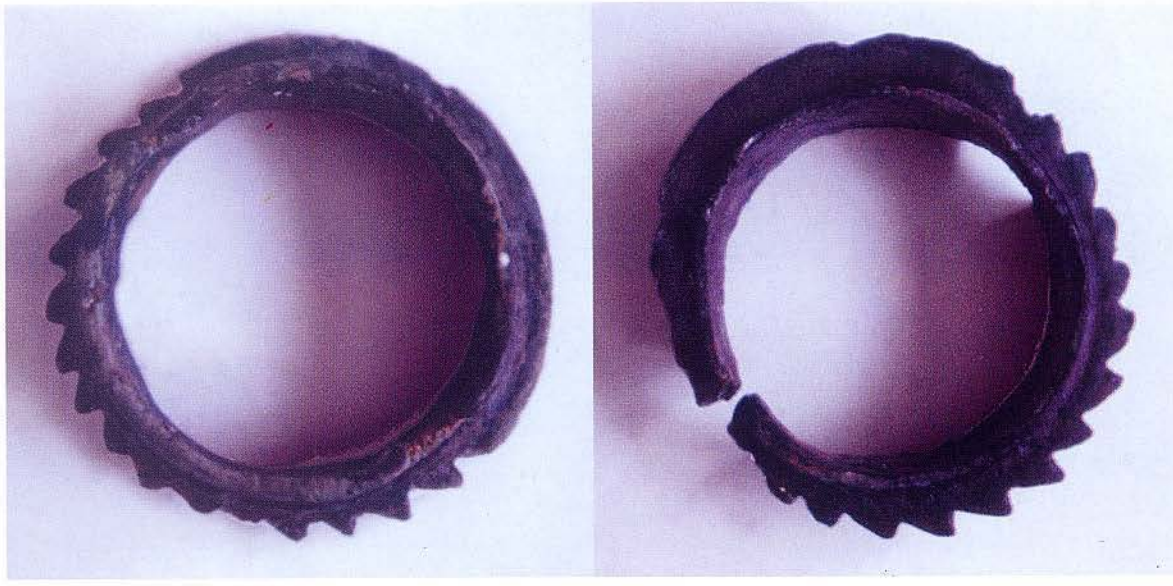
TAVOLA XXXVII

A-Ruote ad arpioni semidentate, simmetriche, recuperate dal relitto della nave romana affondata a Mahdia e custodite, insieme nel museo del Bardo a Tunisi.

B-Ruote ad arpioni coperti, di piccola dimensione, recuperate anch'esse a Mahdia e custodite al Museo del Bardo.

Circa la coppia di arpionismi di arresto semidentati di Mahdia, simmetrici fra loro e di discreto diametro interno, è plausibile dedurne l'impiego sul verricello. In pratica cioè le due ruote sarebbero state disposte ad entrambe le estremità del suo albero sfalsate fra loro di 180°. La curiosa presenza degli arpioni soltanto su metà della ghiera deve rapportarsi ad una tipologia sperimentale nella quale il caricamento dell'arma avveniva movendo alternativamente le leve per un solo quarto di giro, come una moderna chiave a crik. Il vantaggio derivante dalla trasformazione di un moto alternativo in uno rotatorio sarebbe consistito nel minor ingombro dell'arma, potendola poggiare direttamente sul parapetto senza alcun affusto.

Una ulteriore precisazione richiede pure la seconda coppia di arpionismi d'arresto di Mahdia, quella di piccolo diametro con la dentatura coperta dalla svasatura della flangia. Le modeste dimensioni delle ruote inducono a ritenerle sempre inerenti ad un albero di verricello. La stranissima ed unica, almeno fino ad ora, disposizione degli arpioni, ne lascia supporre una matrice sperimentale, con le suddette all'interno di un apposito cilindro contenitore. In tal modo il delicato dispositivo di bloccaggio sarebbe stato preservato dalle inclemenze climatiche, dalla polvere e soprattutto dalla sabbia e dal ghiaccio, connotazione ideale per artiglierie destinate ad operare in teatri nordafricani o nordeuropei, dove appunto le tempeste di sabbia, o le tormente, avrebbero facilmente inceppato quei delicati congegni.



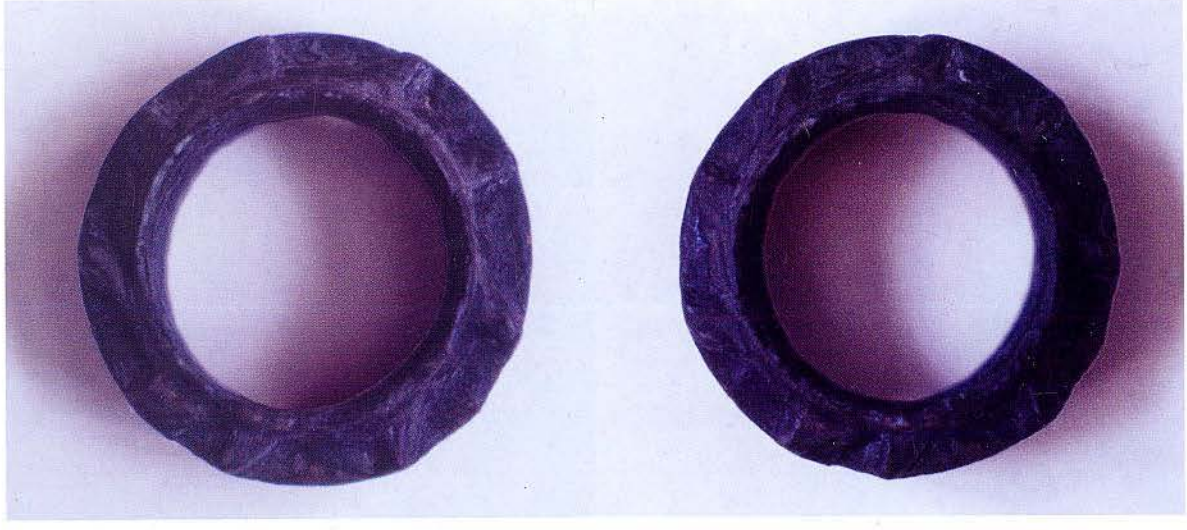
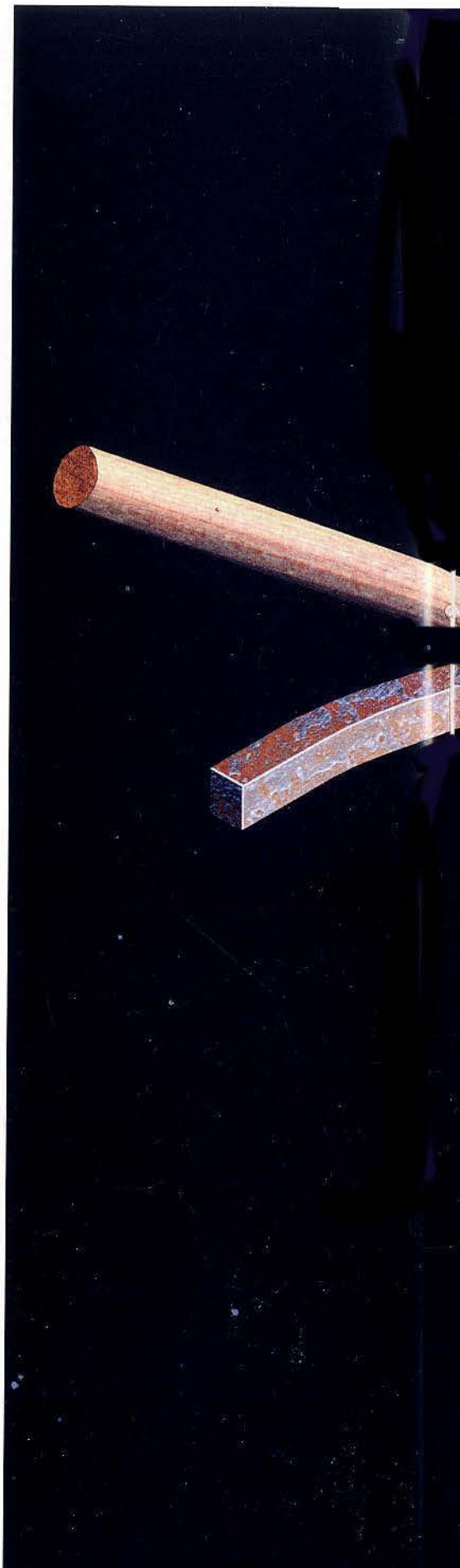


TAVOLA XXXVIII

Ricostruzione grafica del dettaglio di una ruota ad arpioni per arresto retrogrado, con relativa leva di sgancio. Quest'ultima abitualmente veniva manovrata con la mano sinistra onde consentire alla destra di ricare l'arma tramite il verricello.



Come in precedenza accennato, gli scavi archeologici ci hanno restituito una certa quantità di arpionismi di arresto in bronzo di vari diametri e fogge, ma tutti chiaramente e sicuramente destinati alle artiglierie a torsione. Volgarmente noti come ruote a crik, o saltaleoni, trovano ancora impiego in innumerevoli congegni per consentire la rotazione in un unico senso, bloccando quella retrograda: così negli orologi a molla da polso, così negli argani delle gru, così nel crik per antonomasia, propriamente detto martinetto. Le ruote ad arpioni andarono a sostituire, da un certo momento in poi, le cremagliere a denti di arresto laterali, trasferendo la funzione di bloccaggio di sicurezza dalla slitta al tamburo del verricello, obbligato perciò a ruotare nel solo verso di caricamento con la leva abbassata. La solidarietà con il tamburo sarebbe stata ottenuta rendendo quadrate le estremità del suo albero: il condizionale è d'obbligo non essendocene pervenuto alcuno.

Tornando, invece, agli scarsi reperti di ruote ad arpioni appare credibile supporre che quando l'albero del verricello era costituito da un cilindro appena più piccolo del tamburo, soluzione precipua delle macchine maggiori e più potenti, ovvero delle *litobole*, le stesse si riducessero ad una semplice corona dentata. Quando invece l'albero era molto più piccolo del relativo tamburo, come nelle macchine *oxibile*, ostentavano una ghiera più ampia. In entrambi i casi si tratta di impostazioni tecnicamente corrette per una piena affidabilità del dispositivo.

I Romani, stando a Vitruvio, realizzarono tali ruote in ferro, dando agli arpioni la forma di denti triangolari: dal che una forte somiglianza con un moderno disco di sega circolare. Il dettaglio, apparentemente insignificante, consentiva però di disimpegnarle la ruota tramite un arresto a leva, con la sola mano sinistra, evitando di imprimerle con la destra alcuna ulteriore rotazione, indispensabile, invece, con gli arpioni ricurvi.

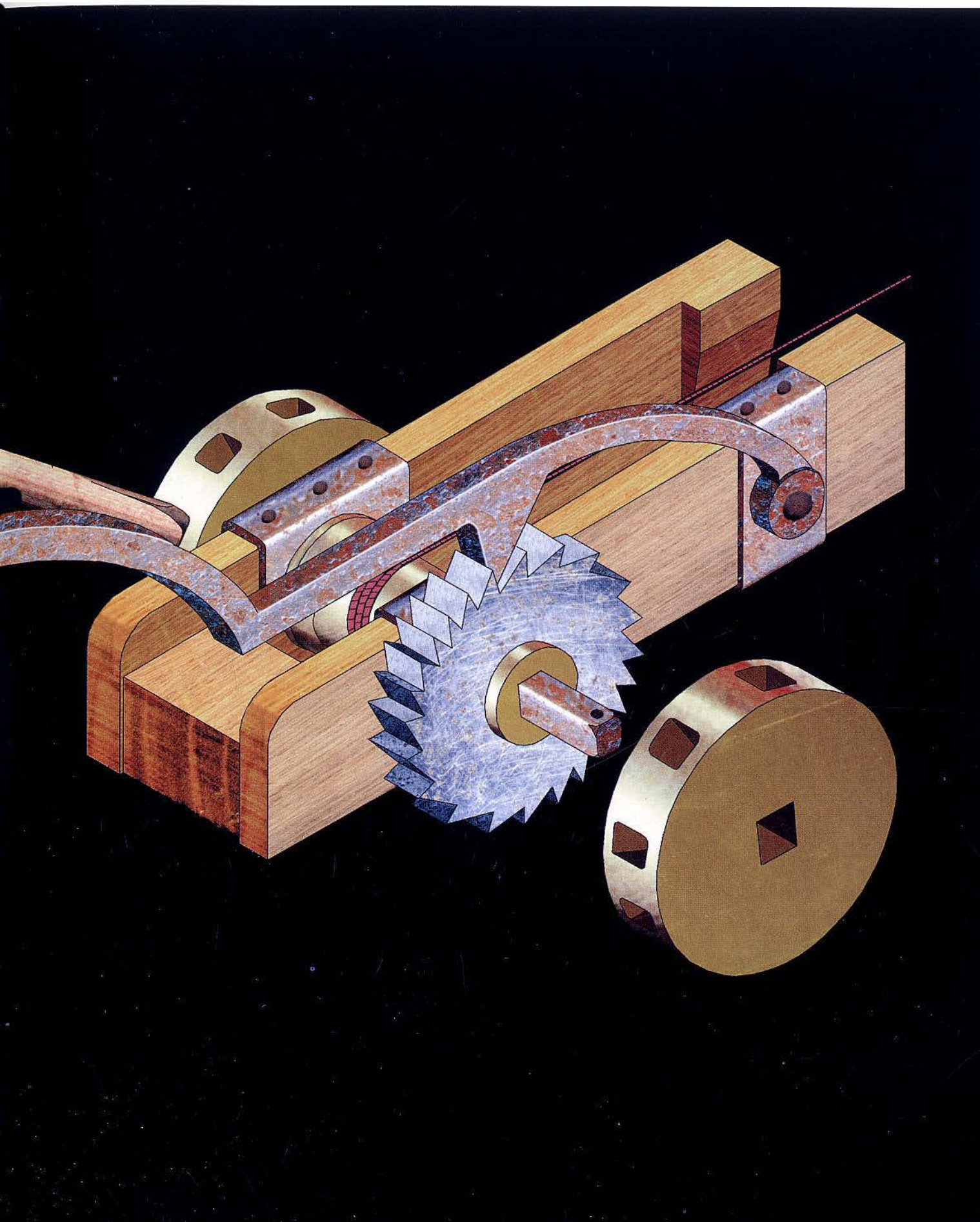


TAVOLA XXXIX

Schema ancoraggio matasse a torsione realizzato con due flangie di bronzo concentriche, della quali la maggiore era fissata al legno del supporto orizzontale e la minore inserita al suo interno, tramite un collarino inferiore, e munita lungo il bordo della ghiera di arpioni per arresto retrogrado. Sul collarino superiore, invece, stava praticato un doppio alloggiamento per la sbarretta intorno alla quale girava la matassa elastica. La flangia fissa, il più delle volte, deve immaginarsi costituita da una piastra di ferro o di bronzo, sulla quale stava imperniato anche il dente di arresto. Il suo innesto poteva avvenire mediante una molla o per semplice gravità, a secondo del sistema di montaggio prescelto.

Tornando ai ritrovamenti di ruote ad arpioni, complessivamente non superiori alla dozzina, si osserva che tutte le ruote del genere sono munite sul collarino maggiore dei due caratteristici alloggiamenti diametrali destinati alla sbarretta. Tale dettaglio sembrerebbe confermarne l'impiego nei pannelli dei gruppi motopropulsori delle matasse. Paradossalmente i trattatisti si dilungano ad illustrarne l'adozione esclusivamente nei verricelli, tacendo completamente su quella, peraltro estremamente vantaggiosa, nei supporti delle matasse. Tra i reperti di Efira esistono anche ruote ad arpioni munite di ben tre alloggiamenti sulla corona, disposti a 120° fra loro. Essendo chiaramente inidonei per l'innesto sull'albero del verricello, deve necessariamente concludersi che sostenessero matasse divise in tre fasci, o tre distinte matasse, che si intrecciavano fra loro come trefoli di una stessa fune.

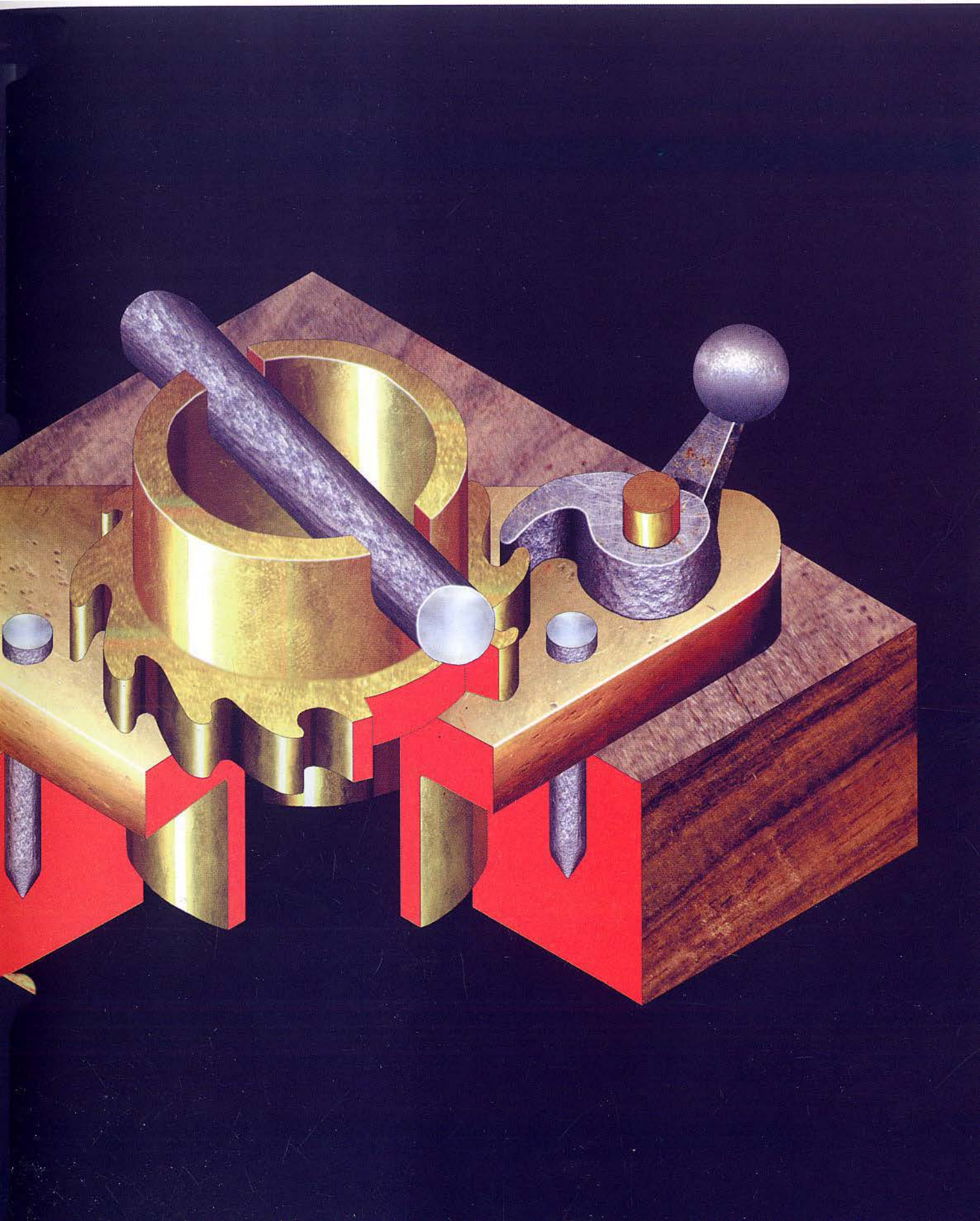


TAVOLA XL

Ricostruzione grafica di flangie ad arpioni con sottoflangie in bronzo: il sistema escogitato per far ruotare le flangie ad arpioni può considerarsi praticamente identico a quello impiegato per le flangie semplici, in tutte le loro varianti già illustrate in precedenza. L'unica sostanziale differenza consisteva nella presenza sulla piastra, o in sua vece nelle immediate adiacenze delle flangia fissa, del dente d'arresto, comandato o da una molla, o per gravità dal suo stesso peso.

Come in precedenza evidenziato, l'ampia escursione del diametro delle ruote ad arpioni rinvenute e la configurazione geometrica del loro collarino, suggerisce anche un altro impiego, privo però di qualsiasi riscontro documentale. In sintesi, apposite ruote ad arpioni sarebbero state utilizzate, da un certo momento in poi, al posto della tradizionali flangie per mettere in tensione le matasse, almeno nelle macchine di minor potenza. Il funzionamento di torsione iniziale e di successiva registrazione divenne così automatico e spedito senza che però ne venisse stravolto il criterio informatore. Non occorreva più, una volta raggiunta la tensione voluta, agire sui perni di bloccaggio, svellendoli prima per poi reinserirli in altri fori. Gli arpioni, infatti, compivano il medesimo lavoro automaticamente, ogni decina di gradi di rotazione. Dal punto di vista meccanico tuttavia è indubbio che le flangie sopportavano sollecitazioni notevolmente superiori a quelle compatibili con le suddette ruote, provvedendo al loro bloccaggio dai due ai quattro perni di ferro contro l'unico dente sollecitato a trazione di quest'ultime. Certamente sarebbe stato possibile incrementarne la tenuta aumentandone le dimensioni e quasi certamente qualcosa del genere dovette avvenire, ma non ne abbiamo alcun riscontro. Significativamente i contenitori cilindrici -in latino *campestria*- vistosamente presenti nelle carrobaliste romane, ostentano in sommità delle cupolette semisferiche, o coniche, perfettamente idonee a contenere, e proteggere un delicato dispositivo siffatto.

La sua adozione, infine, non solo avrebbe accelerato le procedure di bilanciamento ma avrebbe reso velocissima persino la sostituzione di una intera matassa con i relativi supporti. In tal caso sarebbe stato senza dubbio quello il perfezionamento più importante degli ultimi due secoli, un vero salto di qualità per l'intera tipologia delle artiglierie meccaniche.

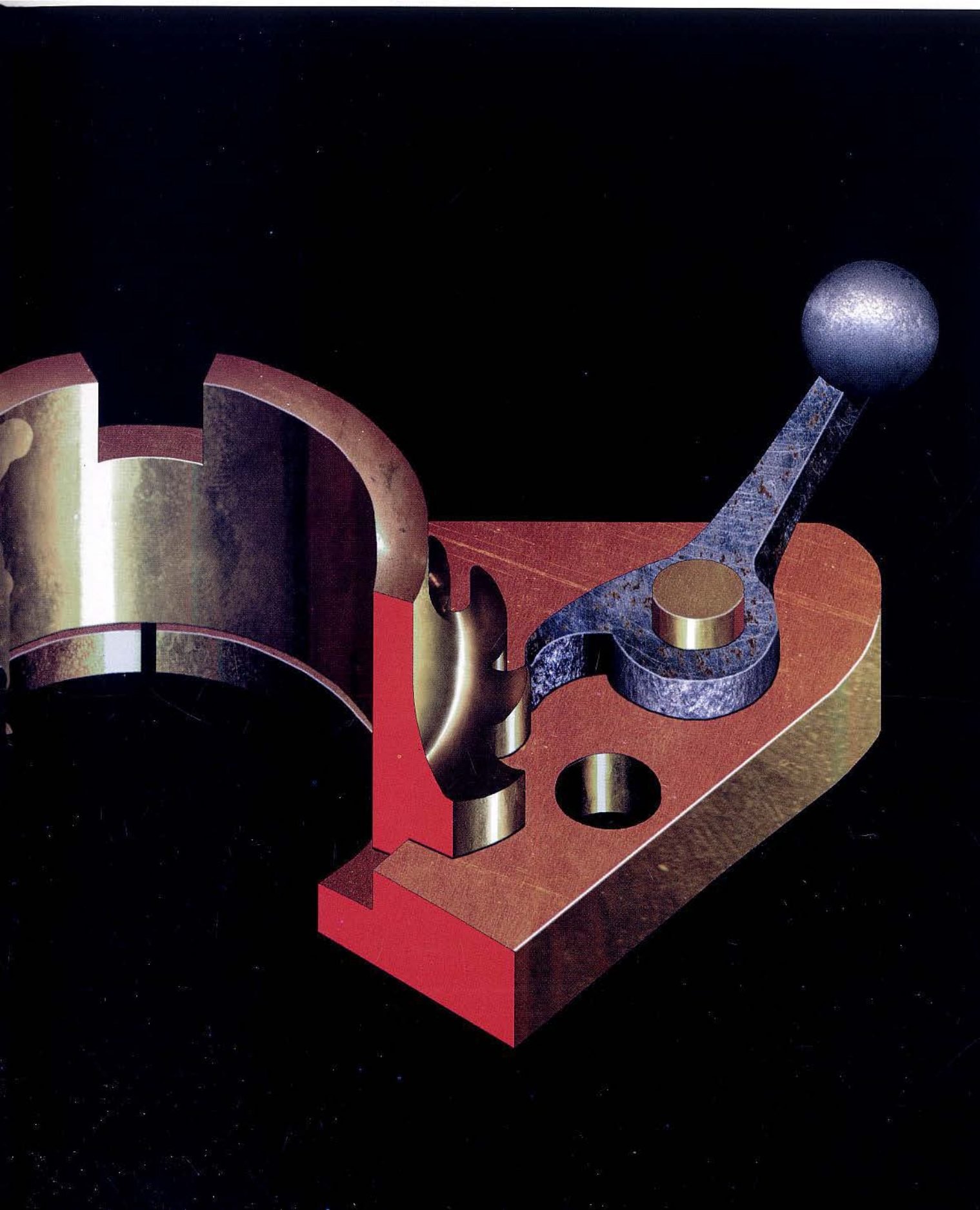
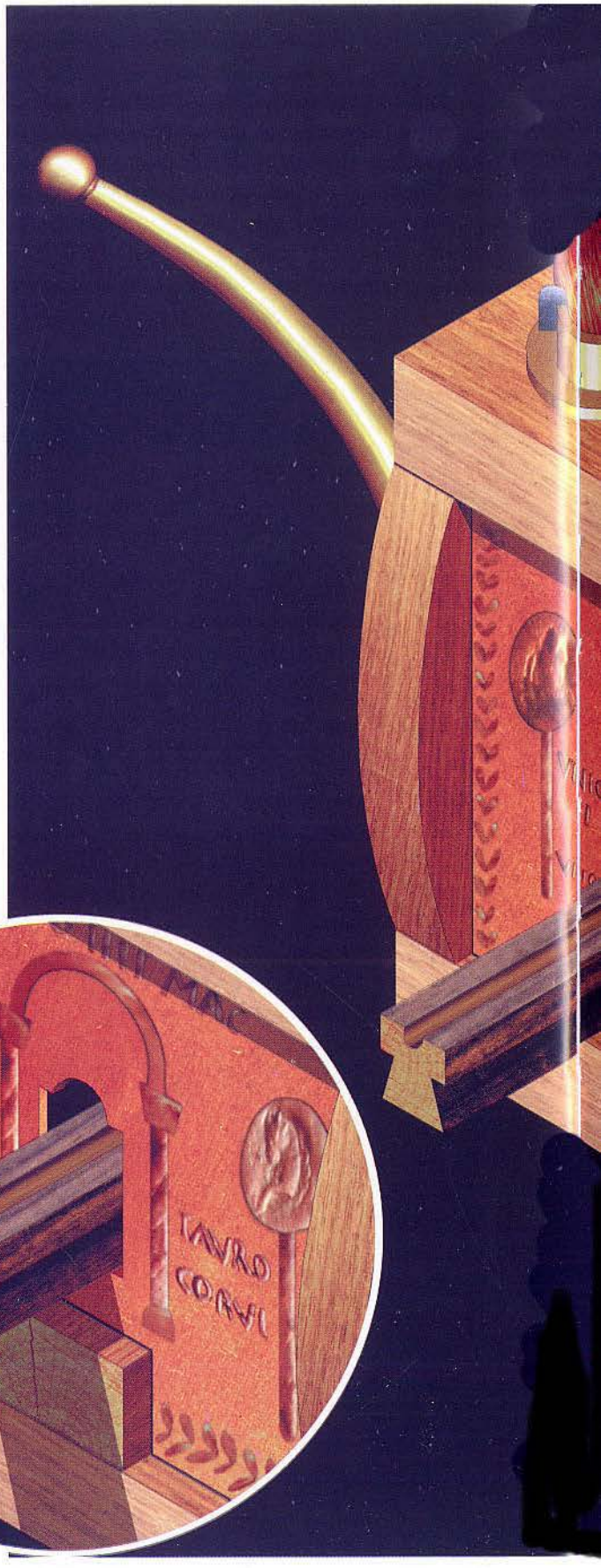


TAVOLA XLI

Ricostruzione grafica della parte frontale della catapulta di Vitruvio, detta anche ***scorpione***, per affinità formale con il temibile insetto: le due braccia ai lati della testa simili alle chele, ed il dardo mortale collocato nella coda.



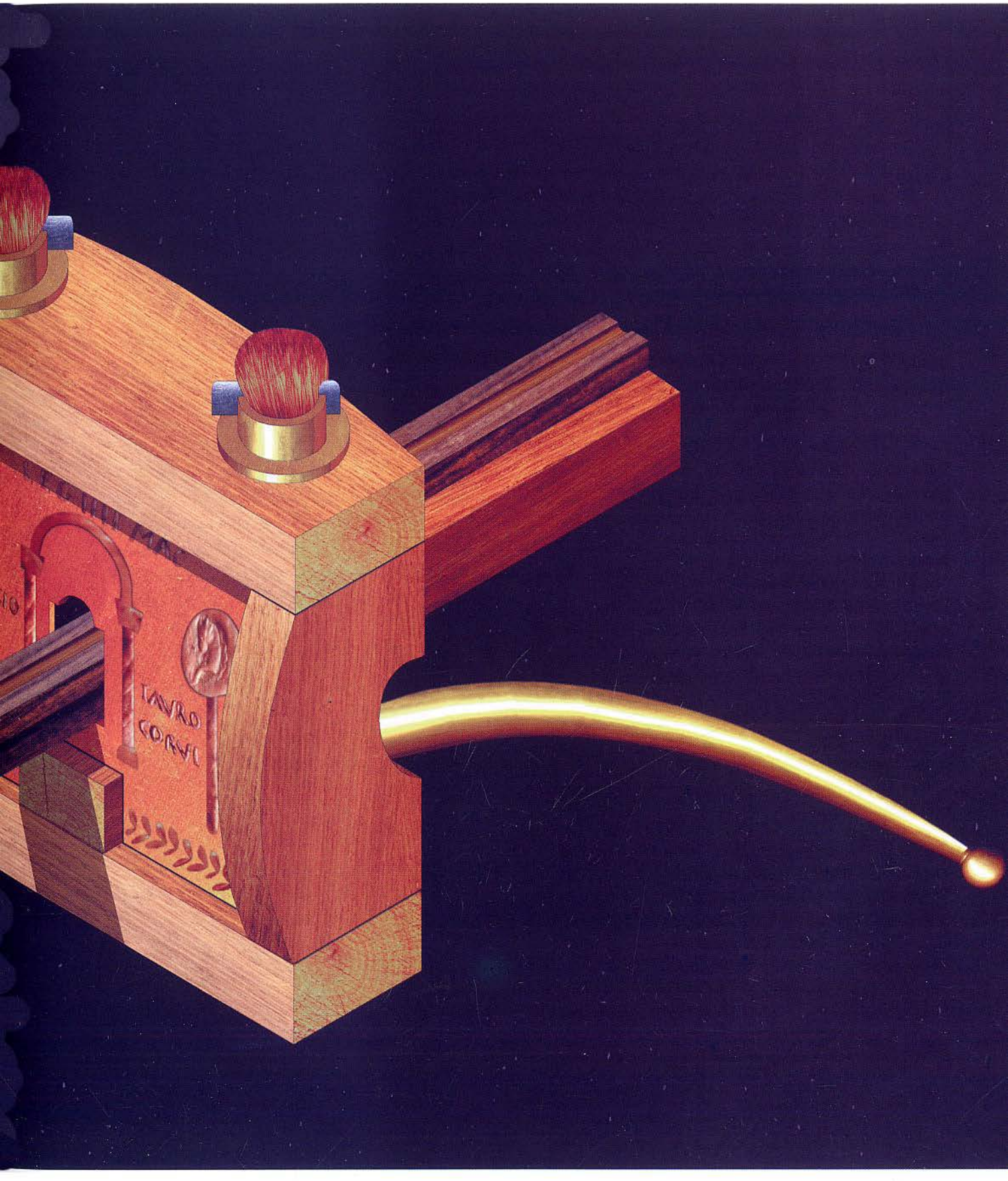

TAVRO
CORVI

TAVOLA XLII

A-Scudo frontale di catapulta, rinvenuto a Cremona ed appartenente alla IV Legione Macedonica. *Cremona, Museo Civico Ala Ponzone.*

B-Bassorilievo posto sulla tomba di un tecnico preposto ad una fabbrica di catapulte, raffigurante una di esse vista frontalmente. *Roma, Musei Vaticani.*

Tra i reperti bronzei riaffiorati a Cremona vi erano anche tre teschi ed una piastra di circa una trentina di centimetri di larghezza, per una ventina di altezza, istoriata con alcune lettere latine così interpretate:

LEG[IONIS] IIII **MAC**[EDONICAE]

Basandosi su di un bassorilievo sepolcrale della stessa epoca, raffigurante una catapulta si è potuta interpretare come tale anche la piastra di Cremona. In particolare si trattava di una sorta di scudo frontale di una catapulta risalente al 45 d.C., appartenente alla IV Legione Macedonica.

La grande unità non era di stanza in Italia e solo nel 69 alcuni suoi reparti vi giunsero parteggiando per Vitellio nel corso del tragico anno detto dei *quattro imperatori*. Non sappiamo se quel contingente combattè nella prima battaglia di Bedriaco, ma nella seconda fu sconfitto dalle forze di Vespasiano. Termina la rivolta Vespasiano ne decretò lo scioglimento.

Tacito rievocando l'immane scontro fratricida si soffermò su di un singolare episodio accaduto proprio alle porte di Cremona, con queste parole: "*... i Vitelliani avevano piazzato le loro macchine da lancio sull'argine della strada, per poter far partire i loro colpi da un terreno libero e scoperto... Un addetto ai lanci... scompaginava le file avversarie... Sarebbe stata una strage se due soldati, passando inosservati, dopo aver sottratto due scudi ai cadaveri, non fossero riusciti con memorabile audacia a tagliare le corde e le cinghie della macchina. Furono uccisi sul posto e non se ne seppero i nomi, ma il fatto è certo...* "

L'ipotesi più probabile a questo punto consiste nell'identificare nei tre teschi i miseri resti dei due assalitori e del servente della catapulta, e nella piastra di bronzo il suo scudo frontale.

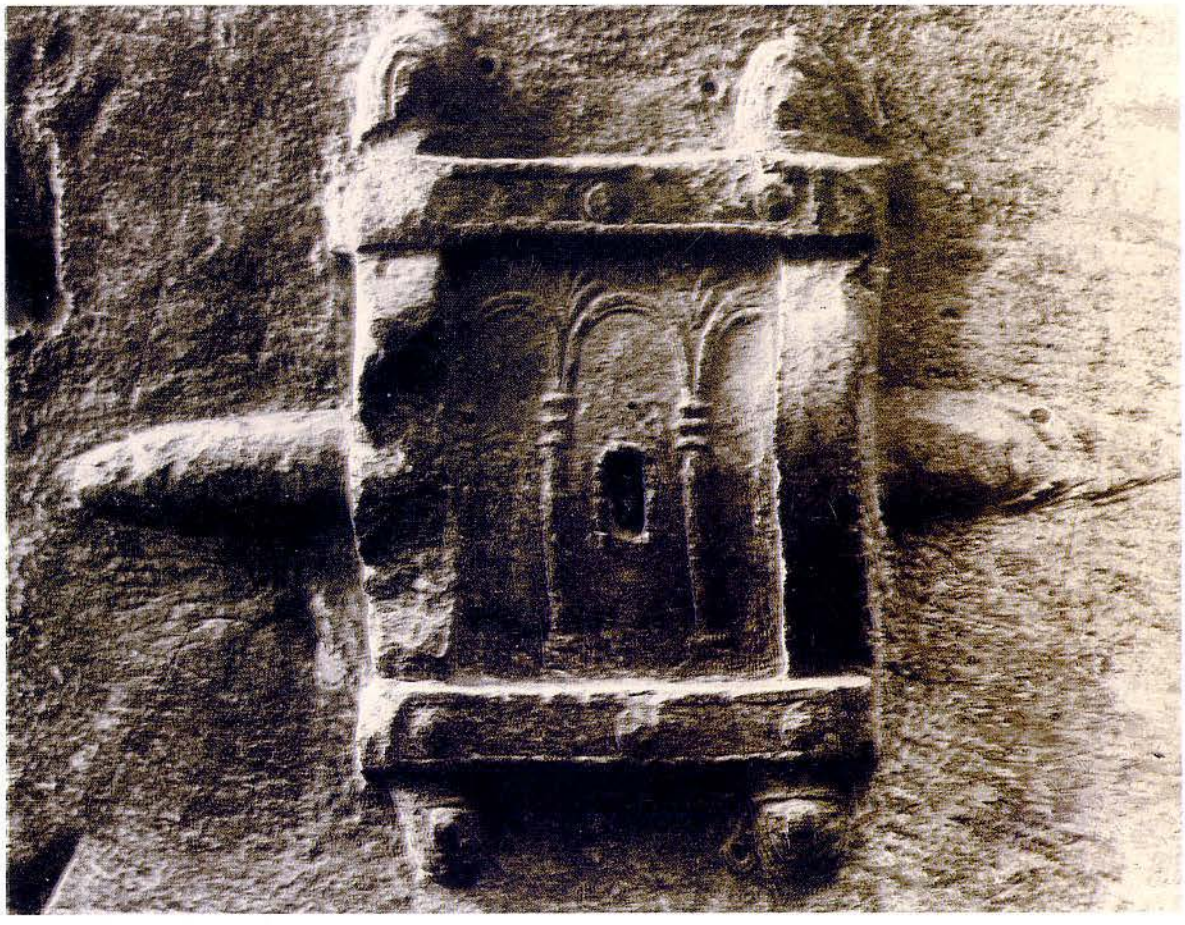
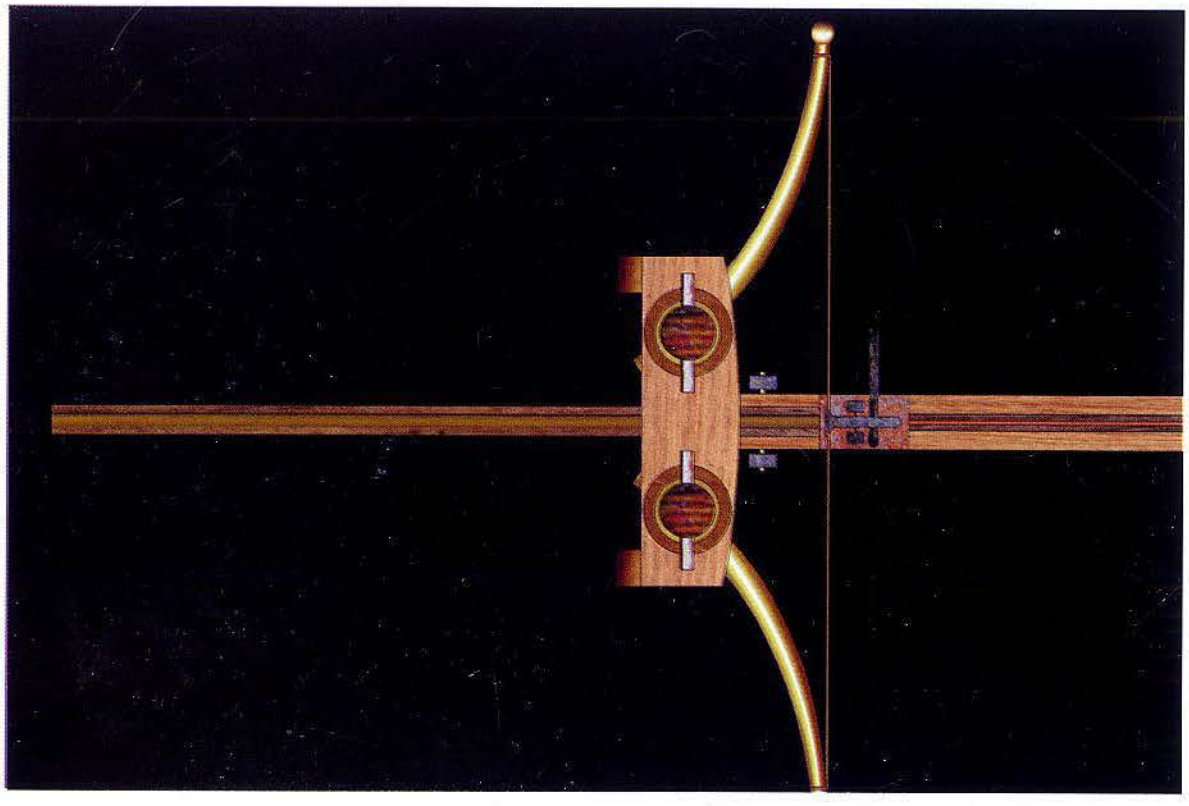


TAVOLA XLIII

Catapulta di Vitruvio: planimetria, prospetto laterale, prospetto frontale. L'unità di misura è il modulo pari al diametro della matassa. Al di là della facile interpretazione denominativa, appaiono ben evidenti le peculiarità dell'arma, oltre alla sua ancora più rimarchevole leggerezza. Scomparse del tutto le cremagliere laterali, sostituite da una unica ruota ad arpioni sul verricello; impiegate per la prima volta le braccia arcuate per accrescere il loro settore di rotazione nel caricamento per meglio sfruttare l'impulso motore.

Volendo meglio definire le sue caratteristiche fondamentali va ricordato, con la solita precisazione di porre il modulo pari a cm 10, che il suo arco attingeva la solita larghezza di cm 130. Agendo, però, tramite due braccia arcuate, capaci di ruotare fino a quasi 50°, forniva impulsi motori sensibilmente superiori. Tale miglioria garantiva velocità iniziali maggiori, e quindi gittate e violenze d'impatto fino ad allora inusitate. Nulla di eccezionale a carico dell'affusto di tipo solito a tripode, con stabilizzatore d'alzo a cerniera. Quanto al fusto risulta leggermente più lungo dei tradizionali, pari circa a cm 230. Una certa novità si coglie nella struttura del gruppo motopropulsore, i cui elementi verticali sono ridotti soltanto a tre, essendo la coppia interna sostituita da una spessa asse forata da due buchi rettangolari, dei quali l'inferiore è destinato all'incastro della testa del fusto ed il superiore al passaggio della slitta. Per il caricamento provvedeva un unico verricello posteriore, munito di ruota ad arpioni per arresto retrogrado. I proietti erano dardi da tre piedi, espulsi dopo una corsa di circa un metro.



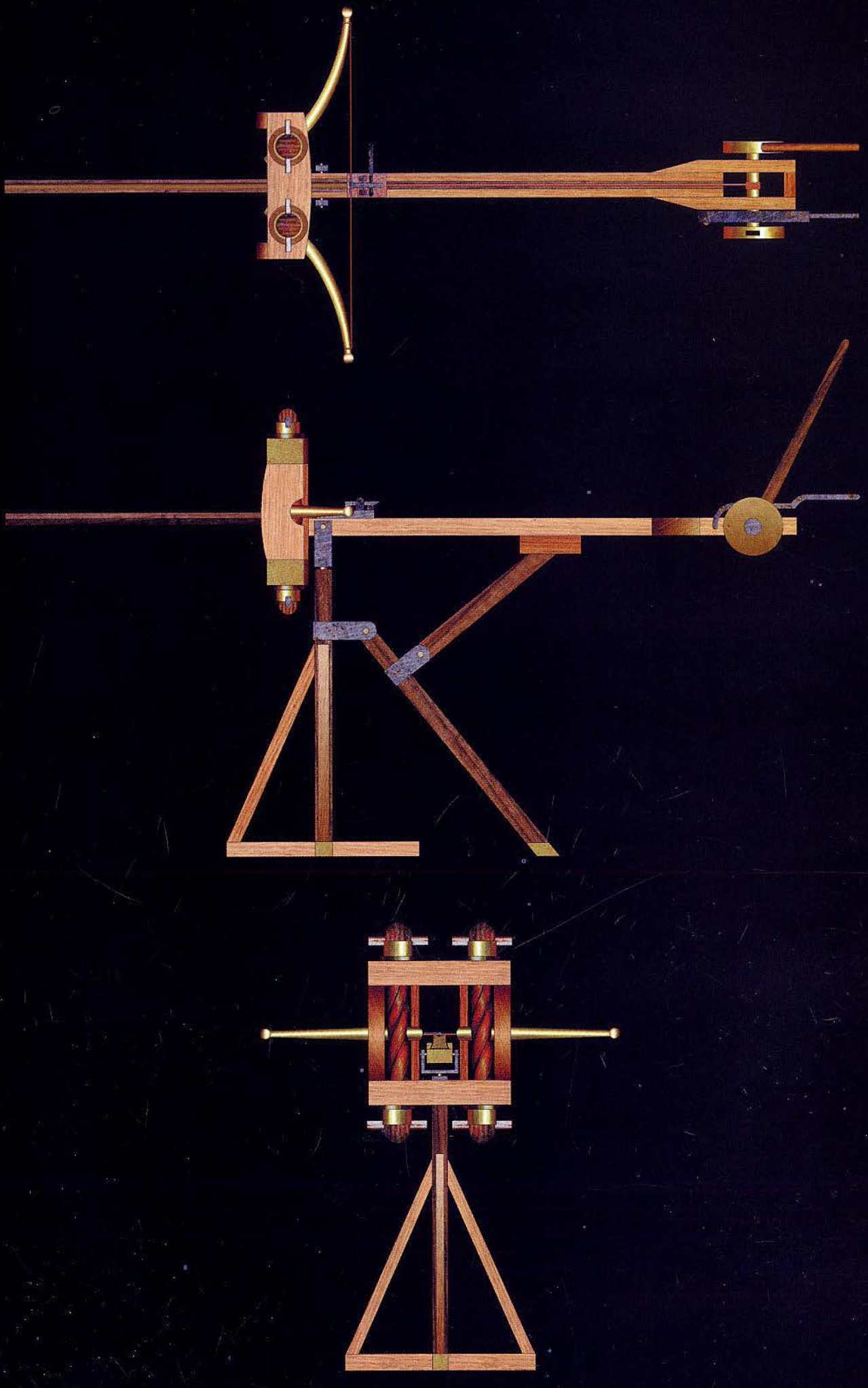
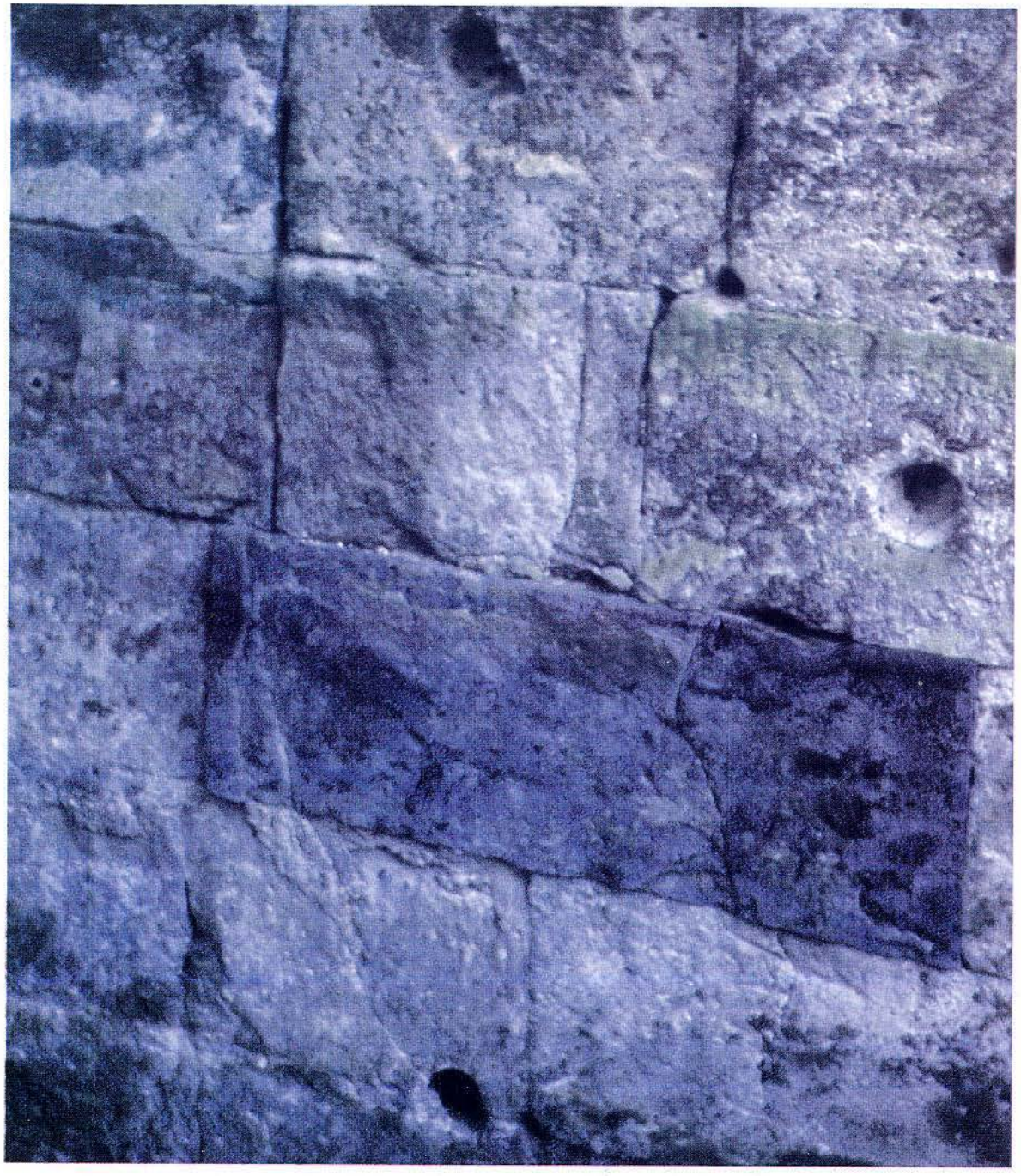
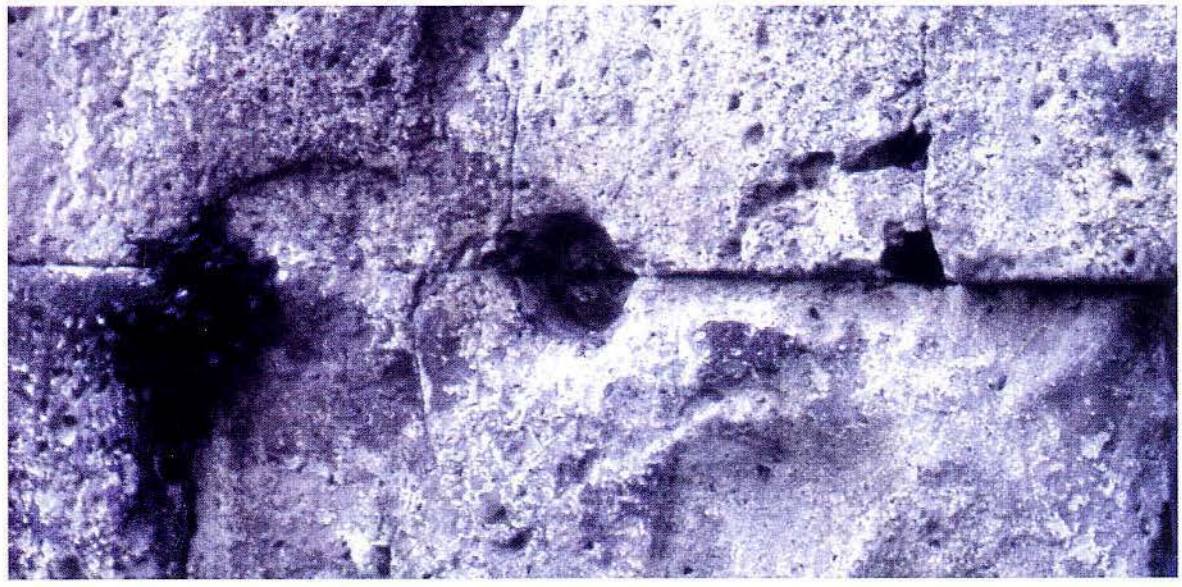


TAVOLA XLIV

Pompei: impronte di impatti impressi da proietti di baliste sulle mura urbiche nel corso dell'assedio dell'86 a.C. condotto da Silla. La tratta della fortificazione fu portata alla luce da Amedeo Maiuri nel corso degli scavi condotti negli anni trenta. Va rilevato che del centinaio di impronte del genere la maggior parte è stata senza dubbio provocata da proietti sferici, ma diverse, però, sono da ricondurre a proietti a testa piatta o cilindrici, tipo bolzone: di questi tuttavia non è stato ancora rinvenuto alcun esemplare, sicuramente tale.





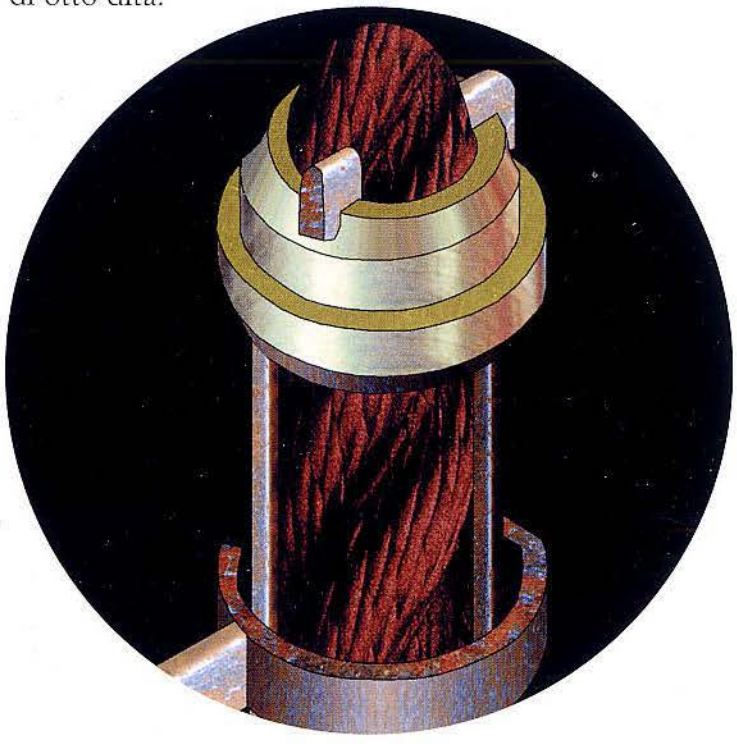
Artiglieria Meccanica a Torsione in Ferro

Dalla Catapulta di Erone alla Carrobalista Legionaria

TAVOLA XLV

Ricostruzione grafica del gruppo motopropulsore di Erone: la sua struttura per la prima volta è in ferro battuto con un giuntaggio abbastanza complesso fra gli elementi di supporto delle matasse ed il castello munito di incastro per il fusto. La notevole riduzione delle dimensioni degli elementi consentirono un incremento delle energie accumulabili, un ampliamento del settore di rotazione delle braccia ed un maggior campo visivo: l'insieme di tutte quelle migliorie determinò un netto salto in avanti della macchina che divenne pure facilmente trasportabile se montata su apposito affusto a ruote.

Un altro illustre scienziato dell'antichità che ebbe un ruolo rilevante nell'ottimizzazione delle catapulte fu Erone di Alessandria. Stando al parere dei suoi maggiori studiosi sarebbe vissuto intorno la fine del II a.C., quindi alquanto dopo rispetto agli altri grandi del settore fino ad ora incontrati: ma si tratta soltanto di ipotesi, oscillando la sua collocazione tra il I sec. a.C. ed il III sec. d.C. Di lui ci sono giunti alcuni trattati, in particolare sulla *Meccanica generale ed argani*, sulle *Macchine da guerra* e quello ancora più specializzato sulle *Cheirobaliste*, ovvero sulle artiglierie meccaniche portatili, cioè con dizione moderna *campali*. Stando alle sue parole, infatti, lo scopo della balistica è di lanciare un proiettile in modo da colpire, ad una grande distanza, un oggetto situato in una data direzione. La macchina quindi doveva essere perfettamente mobile, smontabile e trasportabile. Tutte le dimensioni dovevano essere standardizzate, perché i pezzi consunti o rotti potessero essere facilmente sostituiti. Erone aggiunge la formula per le macchine che lanciano frecce, che Filone aveva fornito. Il modulo, sempre determinato dal diametro della matassa, deve essere eguale al nono della lunghezza del dardo, cioè d=L/9, ovvero per la freccia di tre cubiti doveva essere di otto dita.



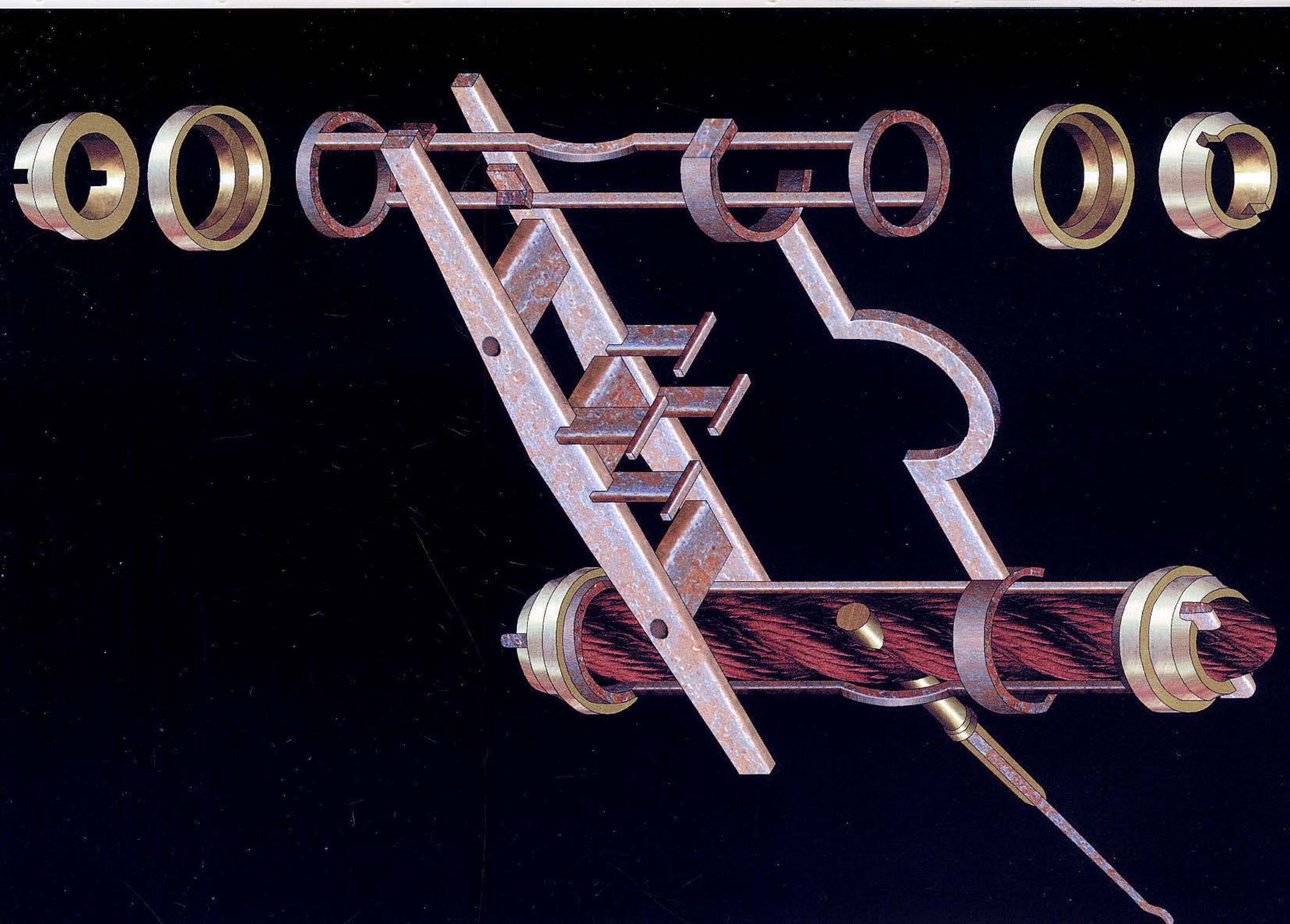


TAVOLA XLVI

Ricostruzione grafica della catapulta di Erone: la macchina può senza dubbio considerarsi il vertice dell'evoluzione della tipologia antica, rimasto insuperato nei secoli seguenti. La struttura è in ferro battuto, molto sottile e lineare, con ingegnosi accorgimenti per il rapido montaggio, e smontaggio, delle matasse con le relativa flangie e sottoflangie. Analogamente anche l'innesto del fusto appare estremamente semplice sbrigativo, sebbene di rilevante solidità e stabilità: l'ideale quindi per uno strumento bellico.

Come già osservato per il gruppo motopropulsore anche per l'intera catapulta Erone dimostra un modernissimo atteggiamento mentale. Ogni singola dimensione di ciascun componente, infatti precisava il grande ingegnere, scaturiva dall'esperienza, e non da formule puramente teoriche. E solo con estrema lentezza quei dati erano stati acquisiti dopo ripetute verifiche. Nulla di nuovo, in prima approssimazione, ma concetti quali la standardizzazione dei componenti non trovano alcun precedente, restando peraltro ancora oggi insuperati. Ecco allora che l'impiego del metallo nella costruzione delle catapulte risponde a tale logica, costringendo a realizzarle secondo sagome prestabilite e costanti. Il legno da quel momento si riservò soltanto alle loro parti strutturali elementari: del resto vietando lo stesso Erone l'utilizzo dei chiodi nell'assemblaggio di tali macchine testimonia implicitamente l'avvenuta adozione del telaio di ferro.

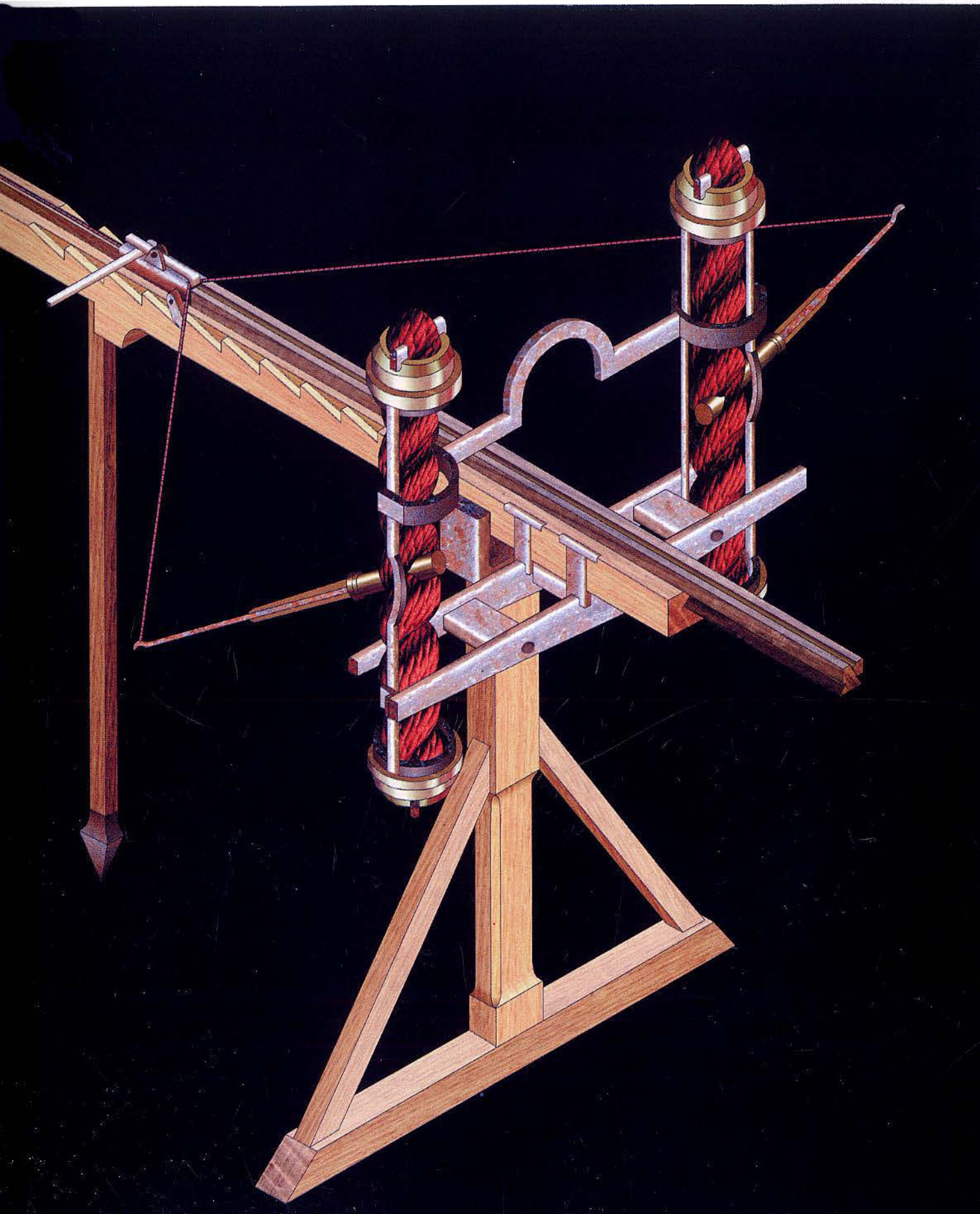
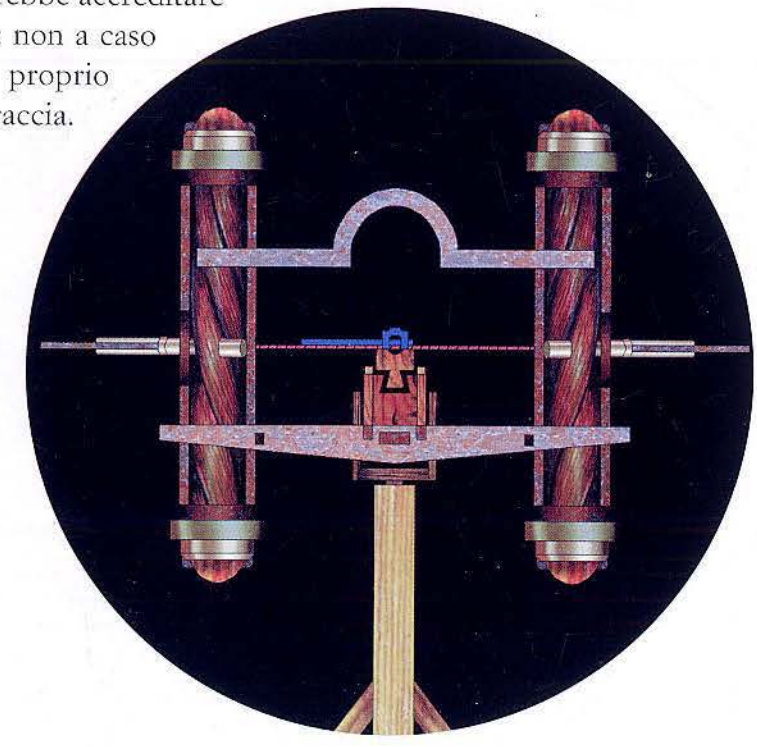


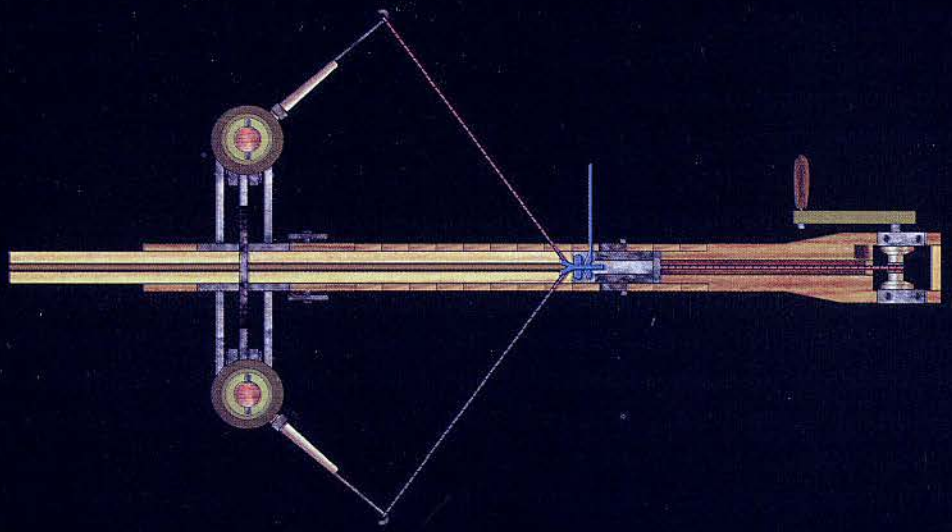
TAVOLA XLVII

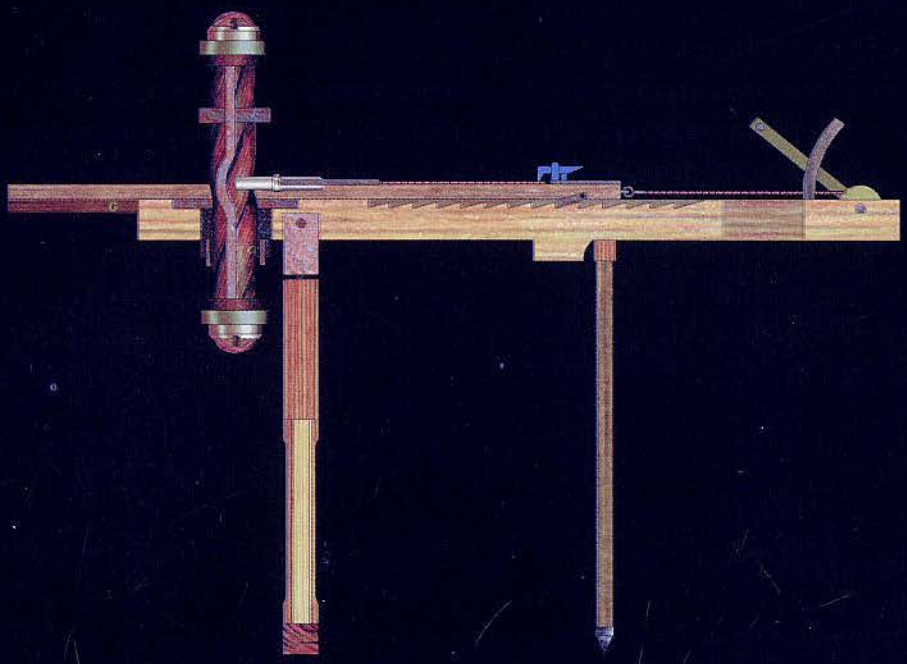
Catapulta di Erone, detta anche *cheirobalista*: planimetria, prospetto laterale e prospetto frontale. L'unità di misura è il modulo pari al diametro della matassa. Nell'artiglieria di Erone si osserva un evidente allungamento della stessa, determinato probabilmente dalla maggiore torsione attinta dai bracci.

Volendo precisarne meglio alcune caratteristiche fondamentali è subito evidente la struttura composta della braccia, in legno quella esterna ed in metallo quella interna terminante ad uncino. Questa sorta di anima veniva fissata alla precedente con perni passanti metallici. La disposizione sembrerebbe motiva dalla necessità di variare la lunghezza delle braccia in funzione delle prestazioni richieste all'arma. Mediamente la loro lunghezza doveva attestarsi sui 14 dattili, pari a poco meno di cm 30. Ai loro uncini stava fissata la corda arciera, la cui lunghezza misurava al massimo 50 dattili, pari quindi a 100 cm: sono già ben evidenti le notevoli contrazioni dimensionali introdotte dalla struttura di ferro. Anche l'affusto appare alleggerito, limitato alla sola colonnetta centrale con due controventi laterali fissati alla base da una semplice traversa. Quanto al fusto non superava i cm 120, per uno spessore inferiore ai cm 10.

Completamente aperto il supporto di ferro del gruppo motopropulsore, fissato in basso al fusto mediante una forcella ad **U**. La struttura per la sua apertura garantiva alle braccia un settore di rotazione superiore del 20 % a quello delle migliori macchine, portandolo ad oltre 60°. Dal che un campo visivo altrettanto ampio, tale da giustificare l'adozione di un apposito traguardo di mira posteriore. Il caricamento avveniva con un unico verricello con doppia cremagliera laterale alla slitta per arresto retrogrado. La presenza di tale arcaicismo sembrerebbe accreditare la figura di Erone al I sec. a.C.: non a caso nella rielaborazione romana proprio delle cremagliere non vi è più traccia.







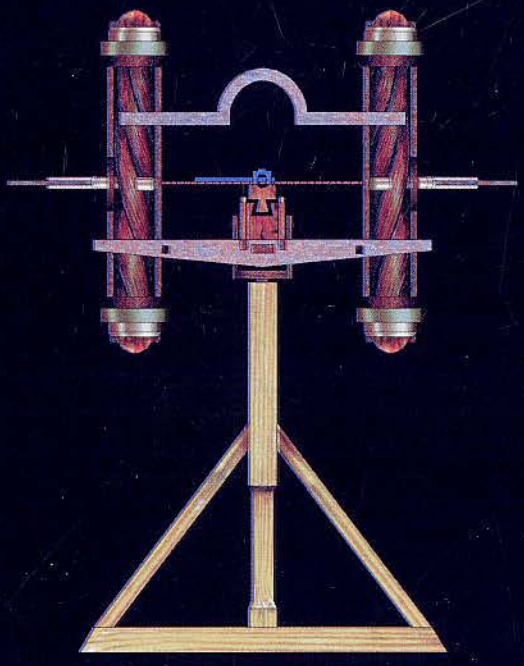


TAVOLA XLVIII

Ricostruzione del dettaglio del meccanismo di scatto della catapulta di Erone. Dal grafico è possibile scorgere come anche a carico di questo particolare la macchina di Erone rappresenti una novità: la sua dimensione, infatti, è molto più contenuta, razionalizzata e resa più affidabile, il tutto in una larghezza di appena circa 5 cm! E forse proprio per evitare di sollecitare troppo un listello di legno così sottile Erone foggiò la piastra a due facce, simile alle due ganasce di una morsa. Tra quelle veniva vincolata l'estremità della slitta, con perfetta tenuta e, per rendere, il giuntaggio assolutamente affidabile vi applicò dei perni passanti ribattendoli da entrambi i lati.

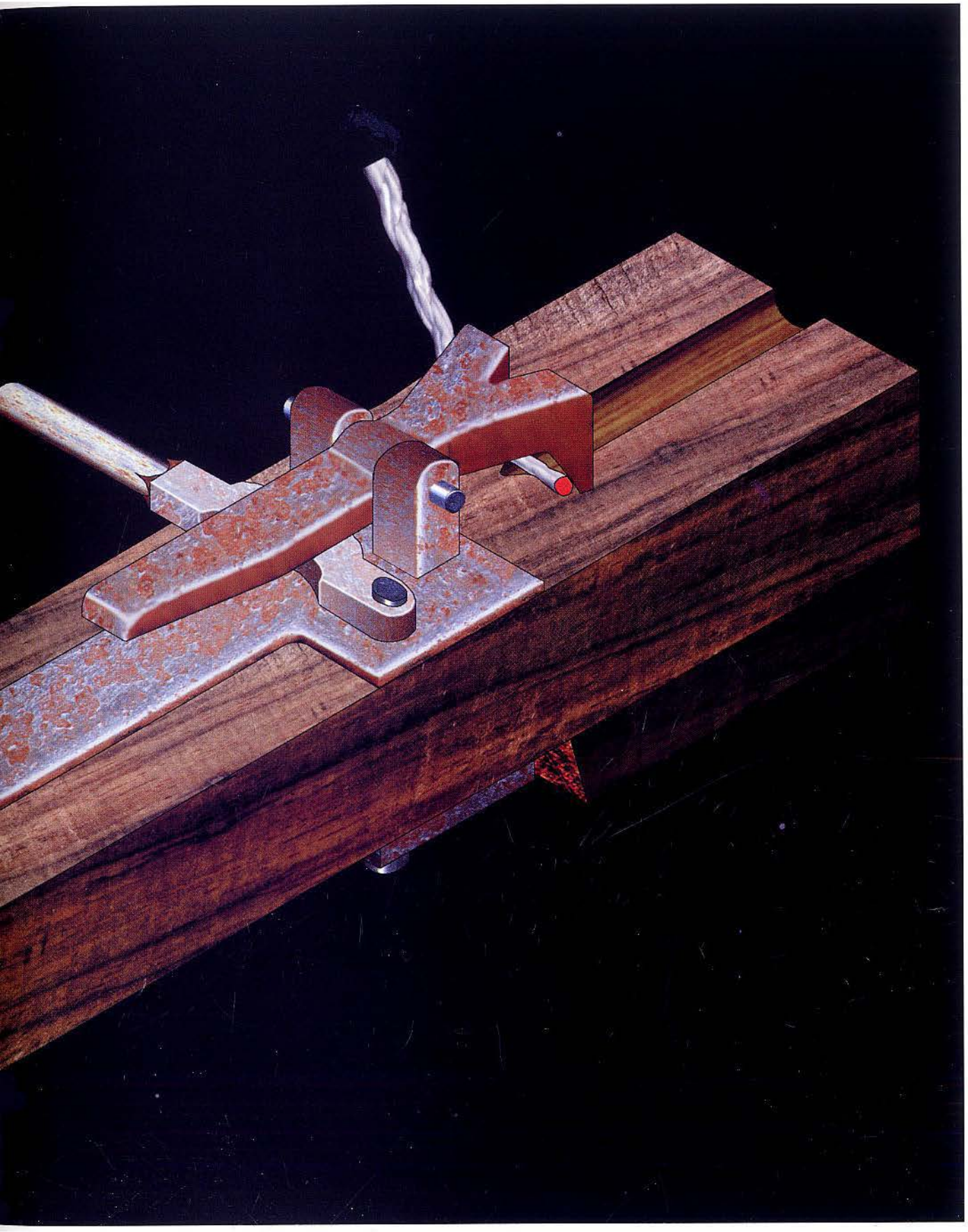


TAVOLA XLIX

Ricostruzione grafica di un gruppo motopropulsore montato in cilindri di protezione di bronzo. Sebbene di tale allestimento si abbiano alquante raffigurazioni, per lo più sulla Colonna Traiana, alcuni basilari interrogativi restano irrisolti. Non è possibile, infatti, stabilire né l'esatta funzione dei cilindri, nè il metallo con il quale vennero realizzati. In altre parole furono contenitori meramente protettivi per le matasse, senza dubbio delicate, o non piuttosto dei supporti più razionali per le stesse? Ed inoltre vennero ricavati in ferro od in bronzo, per battitura o per fusione? Circa quest'ultime incertezze appare abbastanza probabile che nelle artiglierie per impiego statico, all'interno di fortificazioni coperte, i cilindri fossero di ferro, mentre in quelle campali, o destinate ad operare all'aperto fossero di bronzo o di rame.

Circa i cilindri, propriamente definiti *campestria*, sempre presenti nelle catapulte raffigurate nei bassorilievi celebrativi, devono supporsi originariamente imposti dalla necessità di preservare le matasse dalle inclemenze meteorologiche, alle quale risultavano sensibilissime, e dalle offese belliche altrettanto devastanti. Bastava infatti uno scroscio di pioggia improvviso, anche di pochi minuti, od una esposizione all'umidità notturna per renderle inutilizzabili: le fibre di cui erano formate, infatti, sono notoriamente molto igroscopiche, in particolare i crini ed i capelli. Quanto ai danni provocati dai fendenti od anche da semplici frammenti di metallo, o persino dalla sabbia, alle flangie sono facilmente immaginabili.

Assodata l'esigenza alle spalle della loro adozione, resta inevaso l'interrogativo se le flangie insistessero direttamente sui bordi dei cilindri o non piuttosto su di un telaio di ferro interno agli stessi. Per molteplici ragioni l'ipotesi più probabile sembrerebbe la seconda: in tal caso i cilindri sarebbero stati realizzati o con lamiera di ferro nelle macchine per impiego difensivo, più riparate dalle intemperie, od in bronzo per quelle campali. La tecnologia impiegata, pertanto, non si sarebbe discostata da quella tradizionale della fabbricazione delle corazze e delle armature.

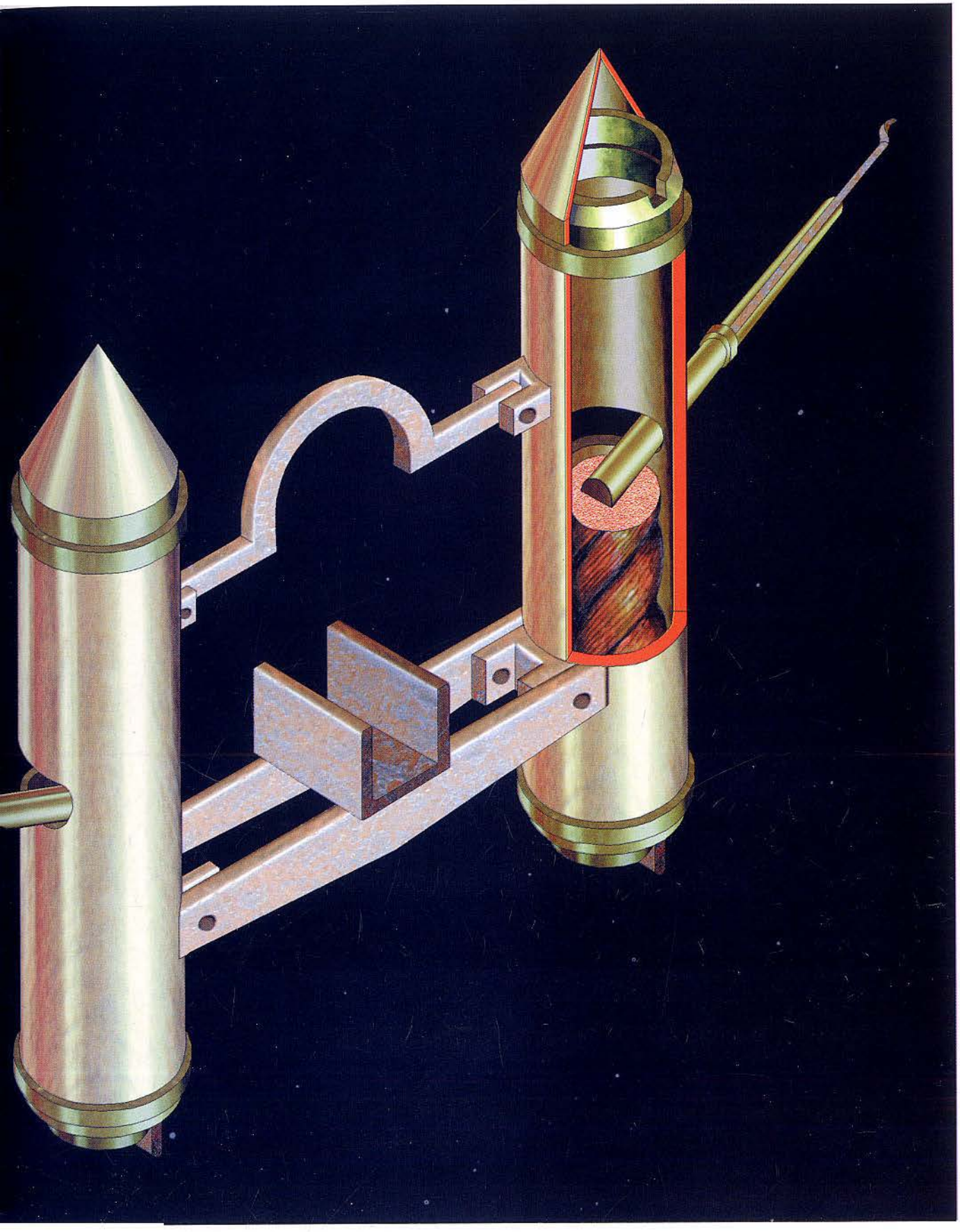


TAVOLA L

Ricostruzione grafica della catapulta romana derivata dal prototipo di Erone, nella configurazione statica tramandataci dai bassorilievi della Colonna Traiana. Rispetto all'artiglieria dell'Alessandrino le principali differenze consistono nell'adozione della ruota ad arpioni sul verricello al posto delle cremagliere laterali e nei vistosi cilindri di protezione per le matasse, detti *campestria*.

In ogni caso si tratta senza dubbio di una variante evoluta della catapulta di Erone, l'unica artiglieria che per la sua leggerezza e solidità si prestava all'impiego campale, anche in allestimento ruotato. L'inconfondibile arma collettiva, una delle pochissime di cui abbiamo un discreto numero di raffigurazioni dettagliate ed attendibili, per le suddette doti divenne una dotazione abituale nelle legioni, raggruppandosi negli scontri aperti in vere e proprie batterie.

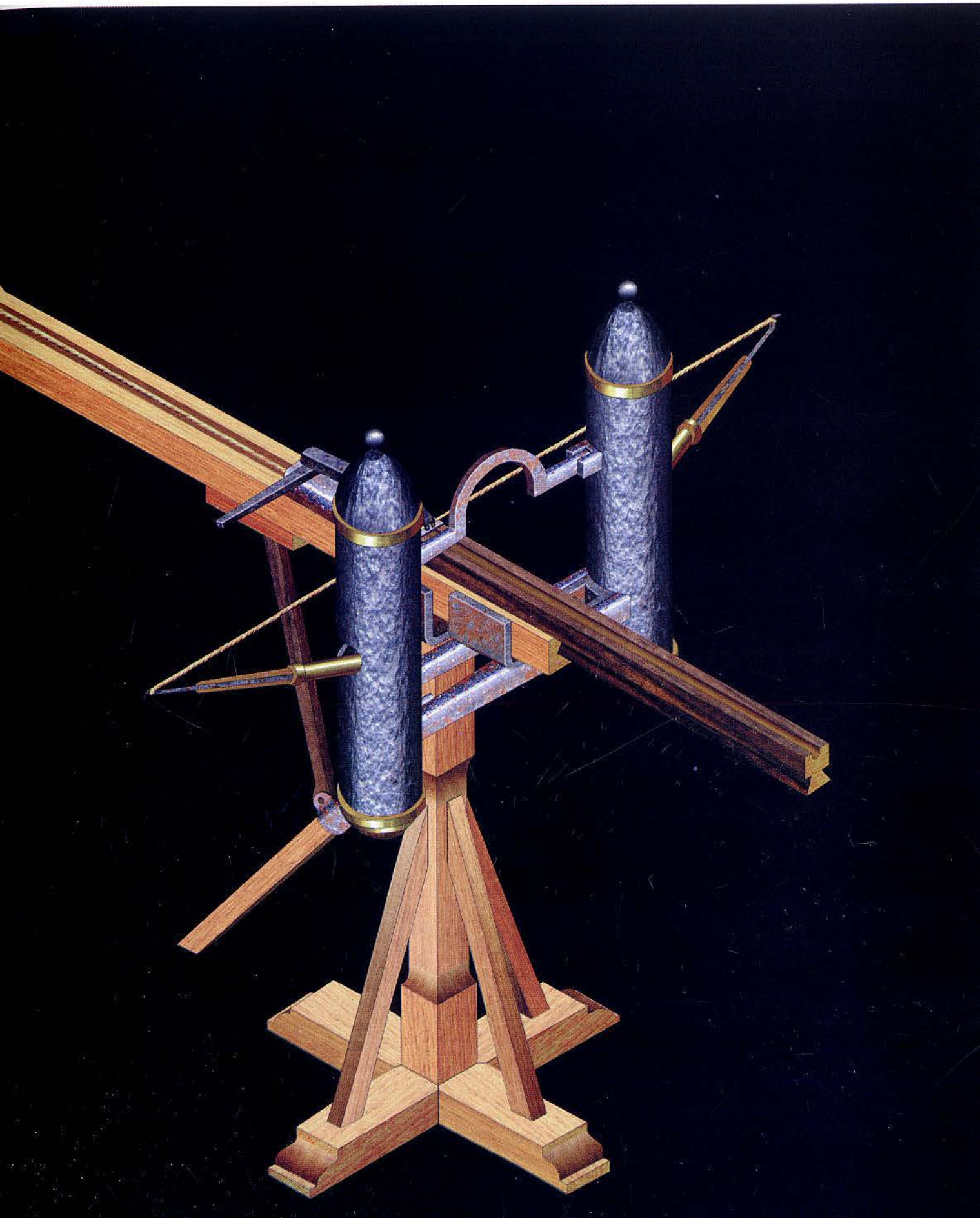
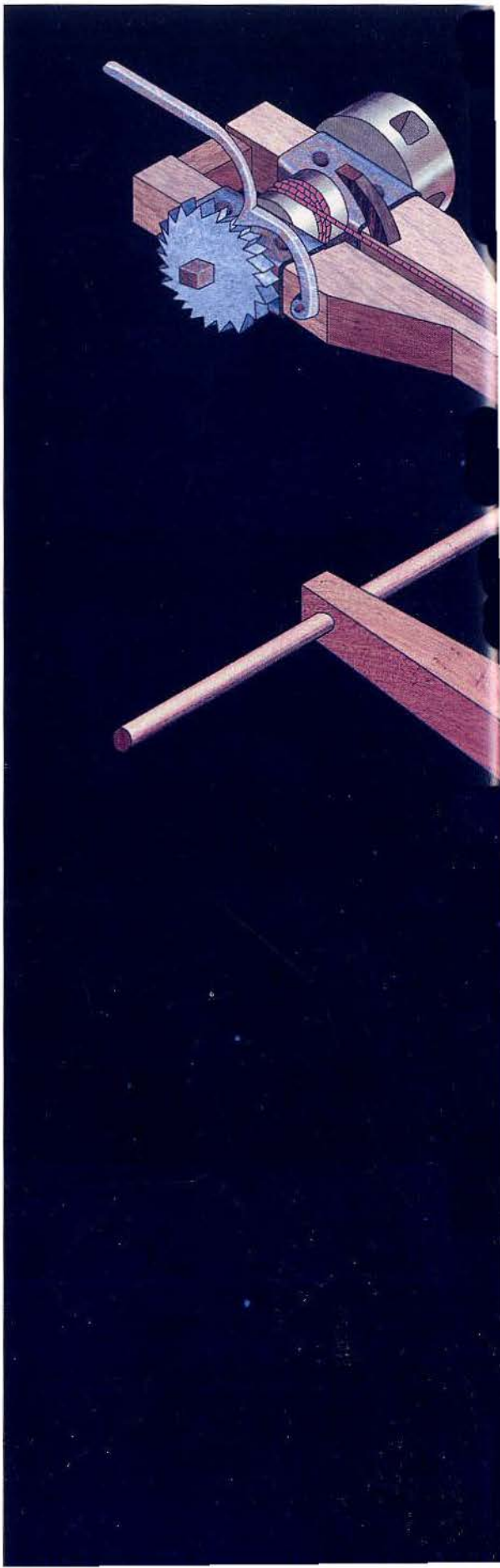


TAVOLA LI

Ricostruzione grafica di una carrobalista di epoca imperiale. Il tipo di cilindro contenitore delle matasse raffigurato è quello supposto in bronzo, per la sua resistenza alla corrosione: ma al riguardo non disponiamo di alcuna certezza. Oltre a questo modello di carrobalista ne esistevano diverse altre varianti, tra le quali alcune dotate persino di una sorta di cofano per la custodia delle munizioni, costituite da verrettoni di circa 60-70 cm.

Come accennato nelle tavole precedenti, anche la carrobalista deve considerarsi una derivazione della catapulta di Erone, in allestimento mobile. Tornando alle testimonianze iconografiche, oltre alla sua variante su cavalletto, oltre al tipo su affusto ruotato, appare con discreta frequenza anche un modello montata su di un apposito carro, fornito di cassetta per le munizioni e trainato da muli. L'arma era servita da una squadra di otto uomini, detta *contubernium,* e scagliava una tozza freccia a cuspide piramidale con gittata di alcune centinaia di metri. Va ancora osservato che la posizione assunta dai serventi, in alcune raffigurazioni, lascia supporre che fosse possibile tirare anche nel corso degli spostamenti, senza cioè staccare le bestie ma semplicemente fermandole per pochi secondi. E sempre dalle medesime immagini traspare evidentissima l'accortezza prestata alla punteria, mediante traguardo sulla linea di mira.



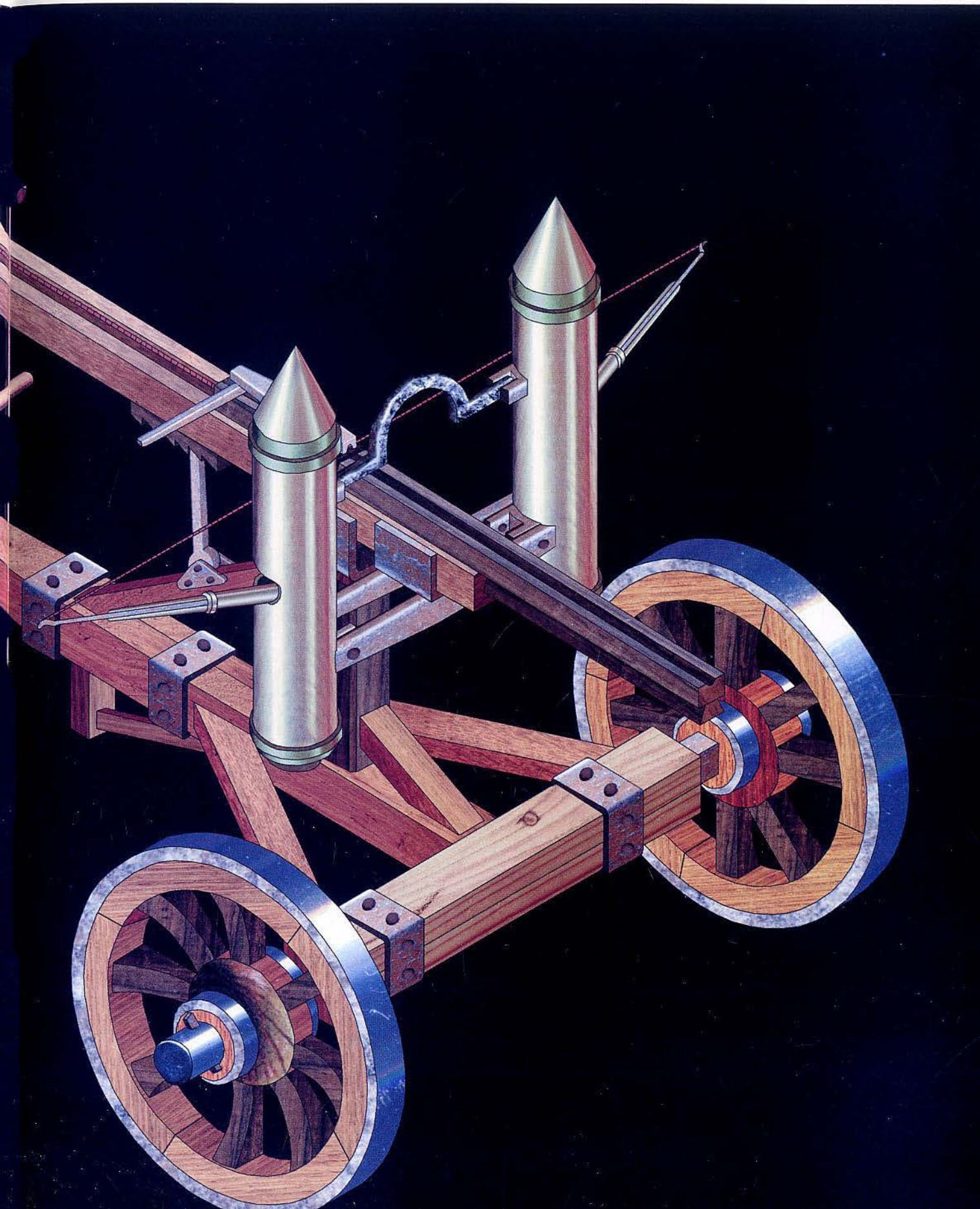
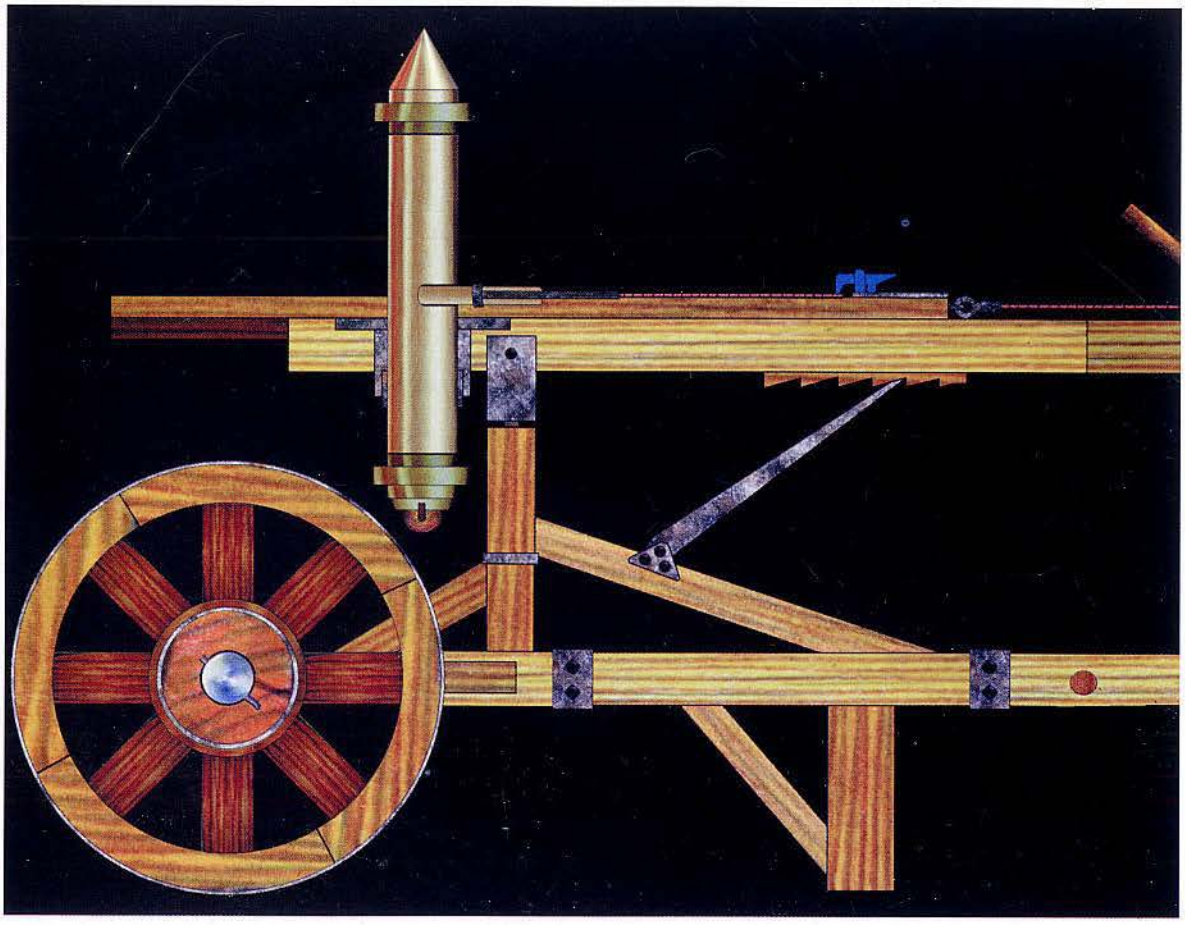
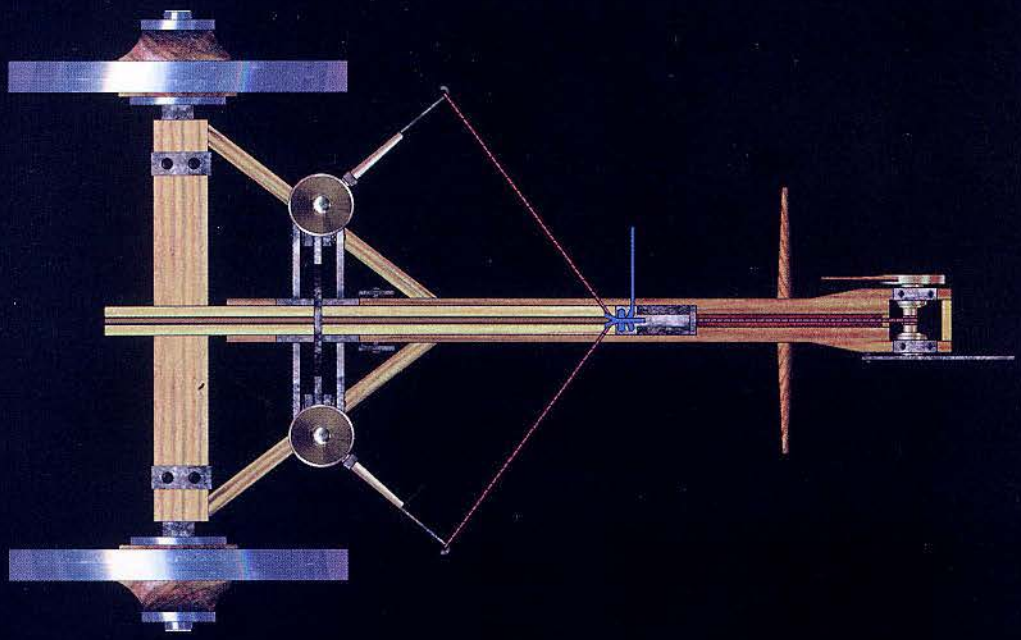


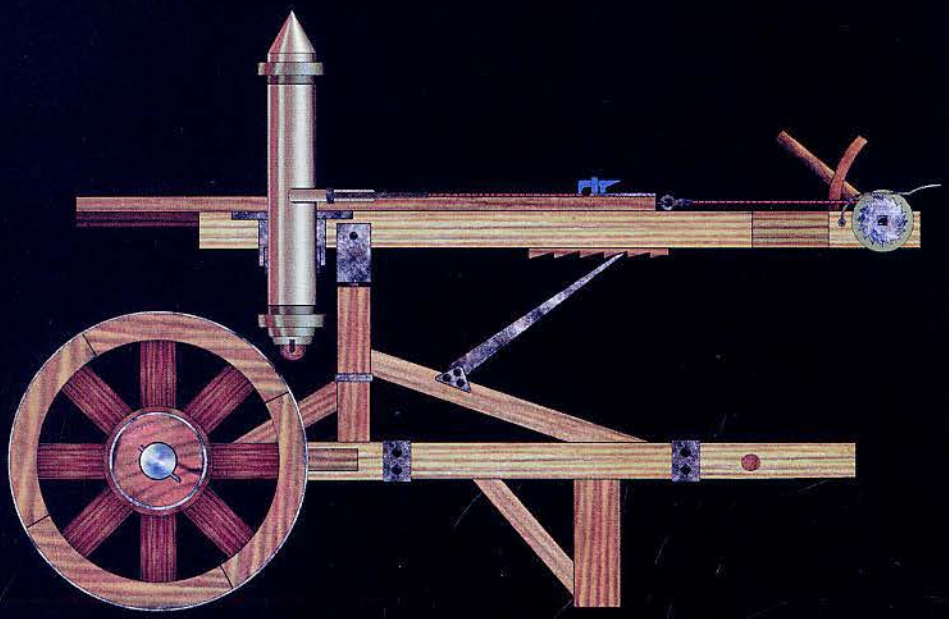
TAVOLA LII

Carrobalista romana di epoca imperiale: planimetria, prospetto laterale e prospetto frontale. L'unità di misura è sempre il modulo pari al diametro della matassa.

Con l'introduzione della carrobalista l'artiglieria meccanica acquisiva anche un ruolo campale superando il tradizionale limite dell'impiego statico precipuo del teatro ossidionale. Le grandi unità tattiche romane in breve tempo se ne dotarono con una inedita abbondanza, specialmente lungo le interminabili linee fortificate europee. Stando a Flavio Renato Vegezio, infatti: "*Fu consuetudine...avere in ogni centuria un carrobalestra, al quale si assegnavano muli per il traino e una squadra di undici uomini per il funzionamento e per condurlo in battaglia. Questi carri, quanto maggiore fosse la loro stazza, tanto più violentemente ed a grande distanza scagliavano i dardi. Non soltanto difendevano gli alloggiamenti, ma in campo aperto venivano posti dietro la linea dell'«armatura pesante». Al loro attacco non possono far fronte né cavalieri nemici, né fanti con gli scudi. In ogni legione, in particolare, c'erano cinquantacinque di queste «balestre», come anche dieci onagri per lanciare grandi pietre; in sostanza, uno per ogni coorte, trasportati su carri tirati da buoi, allo scopo di difendere gli alloggiamenti con pietre e sassi, nel caso che i nemici attaccassero i rifugi.*"







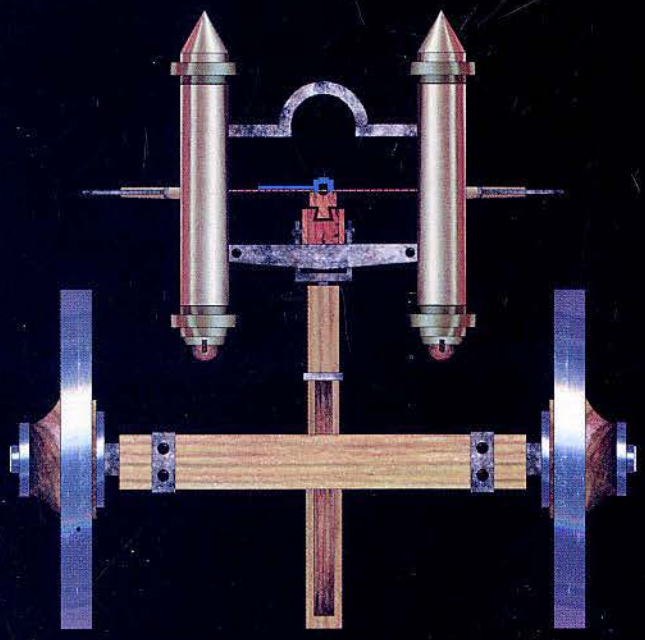


TAVOLA LIII

A- Colonna Traiana: raffigurazione di una carrobalista

B-Colonna Traiana: raffigurazione di una catapulta. Si tratta in tutti i casi della medesima artiglieria in tre diversi allestimenti, di cui due mobili campali.

C-D-Palle di balista rinvenute a Pompei, relative all'assedio di Silla dell'86 a.C.

A

La carrobalista, tra le tante novità ne aveva introdotta anche una di tipo linguistico, ovvero la mutazione designativa dell'antica catapulta. Per noi, infatti, la catapulta è la macchina che scaglia le palle di pietra, mentre per gli antichi scagliava i dardi. Lo scambio avvenne in seguito all'introduzione della carrobalista, che in effetti scagliava soltanto dardi: dapprima si chiamò carro*ballista*, quindi *ballistra*, ed infine *balestra*, termine che passerà nel Medioevo a definire la ben nota arma manesca. Il termine *catapulta,* a sua volta, si applicò nel frattempo dapprima sporadicamente quindi sistematicamente alle artiglierie lanciasassi, in particolare a quelle che tiravano palle di pietra, di qualsiasi grandezza.

C

Le palle rinvenute a Pompei sono di dimensioni considerevoli e di sagoma sferica. Alcune però appaiono con deformazioni anomale eccessive per essere imputate ad imperizia degli scalpellini. Plausibile ritenerle volutamente così configurate per evitare che potessero rotolare lungo il canale di lancio della balista quando tirava in depressione.

B

D

Artiglieria Meccanica a Ripetizione

La Catapulta di Dioniso di Alessandria

TAVOLA LIV

Ricostruzione grafica della catapulta a ripetizione la cui progettazione e costruzione viene attribuita a Dionisio di Alessandria, operante nell'arsenale di Rodi intorno al III sec. a.C. L' invenzione consisteva in un serbatoio-caricatore nel quale erano contenuti un certo numero di lunghi dardi. Un tamburo scanalato, movimentato da una camma, trascinata dalla slitta, provvedeva a far cadere un dardo per volta davanti alla corda quando era al massimo della tensione. Sempre sfruttando il movimento della slitta veniva fatta sollevare ed abbassare la forcella di scatto ed armamento, scaricando e caricando l'arma ciclicamente mediante precisi riscontri. La trasmissione del moto avveniva mediante una doppia catena a *galle* con denti interni, simile a quella di una moderna motosega.

Venendo al funzionamento concreto dell'arma ciò che maggiormente stupisce è lo straordinario grado di automatizzazione raggiunto. La sola rotazione del verricello bastava a produrre l'intera sequenza fino all'esaurimento dei dardi nel caricatore. Dal punto di vista balistico la sua cadenza di tiro doveva attestarsi intorno ad una media di un colpo ogni paio di minuti: ben poca cosa rispetto alle attuali armi automatiche ma certamente impressionante per l'epoca. E paradossalmente proprio perciò anche inutile, poiché i dardi finivano per concentrarsi in un ristrettissimo ambito anche alla distanza massima di circa m 200. Una indubbia dimostrazione di tale potenzialità fu constatata agli inizi del '900, quando in Germania ne venne realizzata una riproduzione in grandezza naturale: durante la prova tenuta alla presenza del Kaiser, una sua freccia spaccò in due parti la precedente!

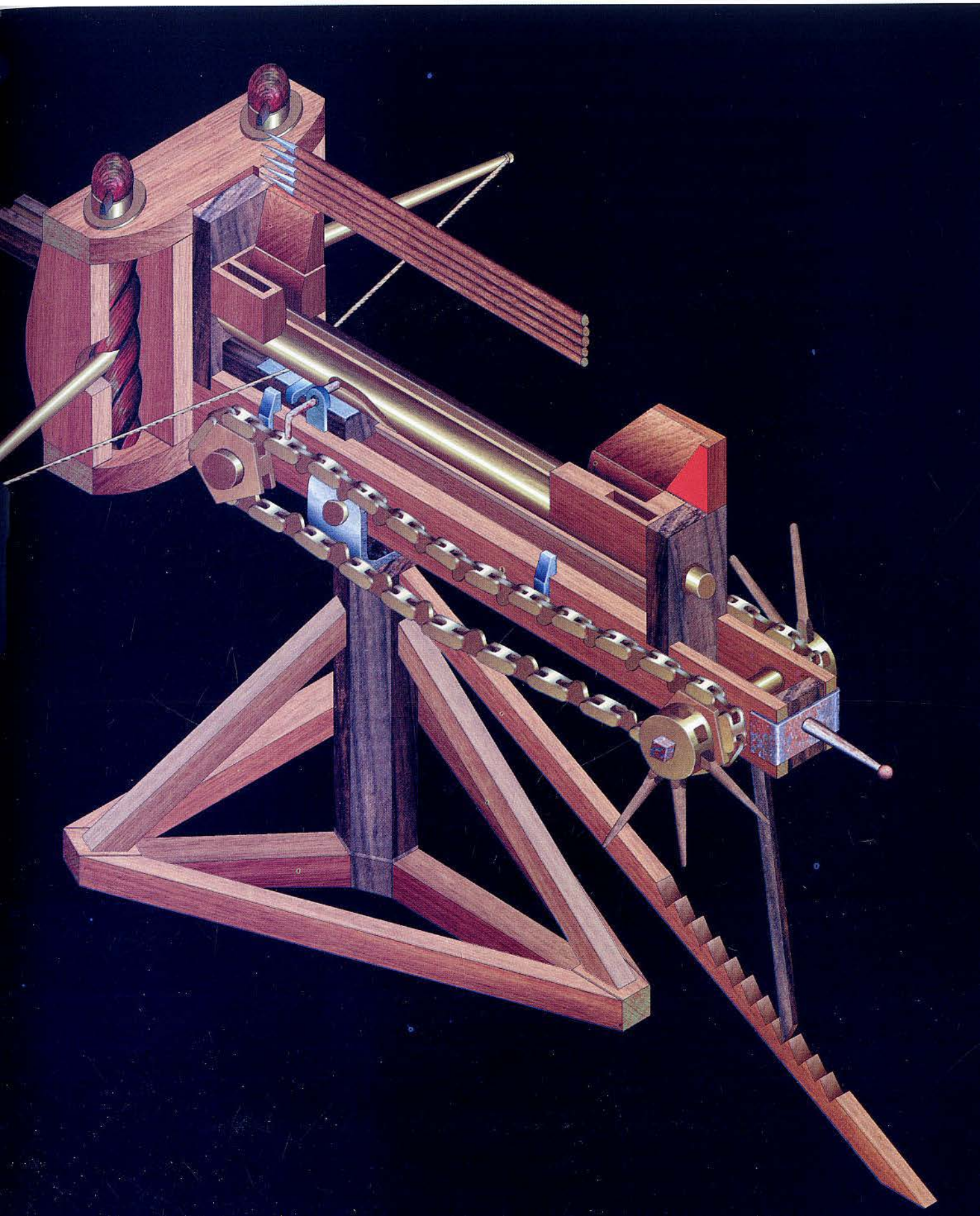
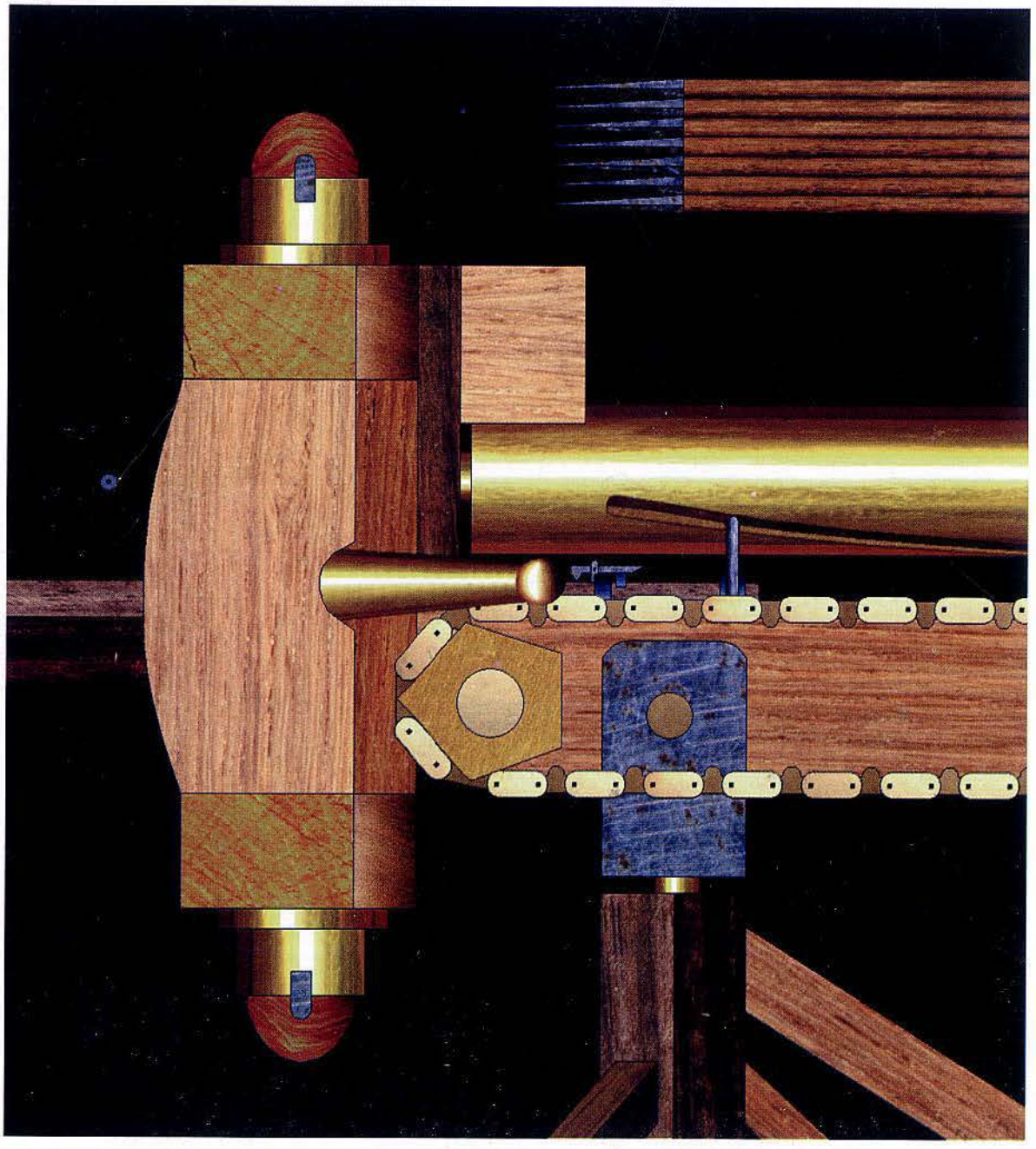


TAVOLA LV

Catapulta a ripetizione di Dionisio di Alessandria: planimetria e prospetto laterale.



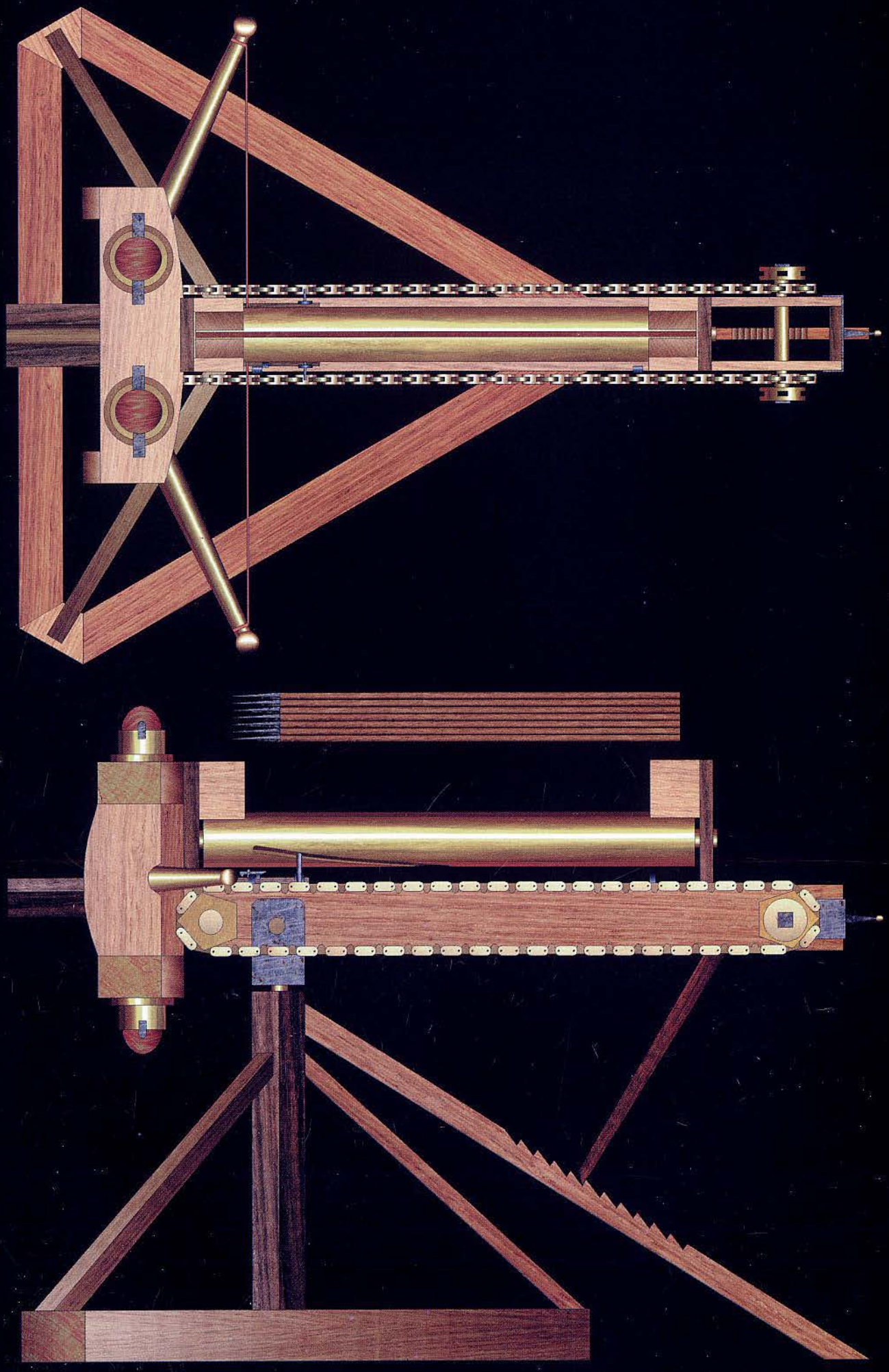


TAVOLA LVI

Ricostruzione grafica della catapulta a ripetizione di Dionisio di Alessandria, con il tamburo mobile. La variante sebbene meno probabile di quella con il tamburo fisso, dal punto di vista costruttivo presenta alcune significative semplificazioni, che la rendono per nulla assurda. Prima fra tutte la possibilità di montare un tamburo notevolmente più piccolo, quindi più leggero e facile da costruire, idoneo per munizioni di disparatissime dimensioni.

La descrizione dell'arma lasciataci da Filone non è sufficiente per fugare ogni dubbio circa la sua esatta configurazione. Nessuna meraviglia, pertanto, che se per alcuni studiosi il suddetto caricatore sarebbe stato fissato al fusto dell'arma con il relativo tamburo e la camma della guida sarebbe invece stata solidale con la slitta, per altri, invece, pare ovvio il contrario. Il testo, qui più che mai, appare contorto tranne che nell'asserire la posizione posteriore del tamburo e la sua lunghezza di poco eccedente quella della corsa della slitta. Ora non vi è alcun dubbio che affinché la rotazione del tamburo possa avvenire la sua lunghezza deve eccedere quella della corsa della slitta, prescindendo dalla sua collocazione e dall'essere fisso o mobile. Filone, tuttavia, ricordandolo ubicato all'estremità posteriore della macchina, sembrerebbero avvalorare la tesi della sua staticità. Tuttavia risulta più credibile, in quanto meccanicamente più facile, l'opposto, ovvero che tanto il caricatore che il tamburo siano stati solidali con la slitta mentre la camma con il fusto e quindi fissa: nel dubbio anche della seconda ipotesi è stato redatto un dettagliato grafico restituivo.

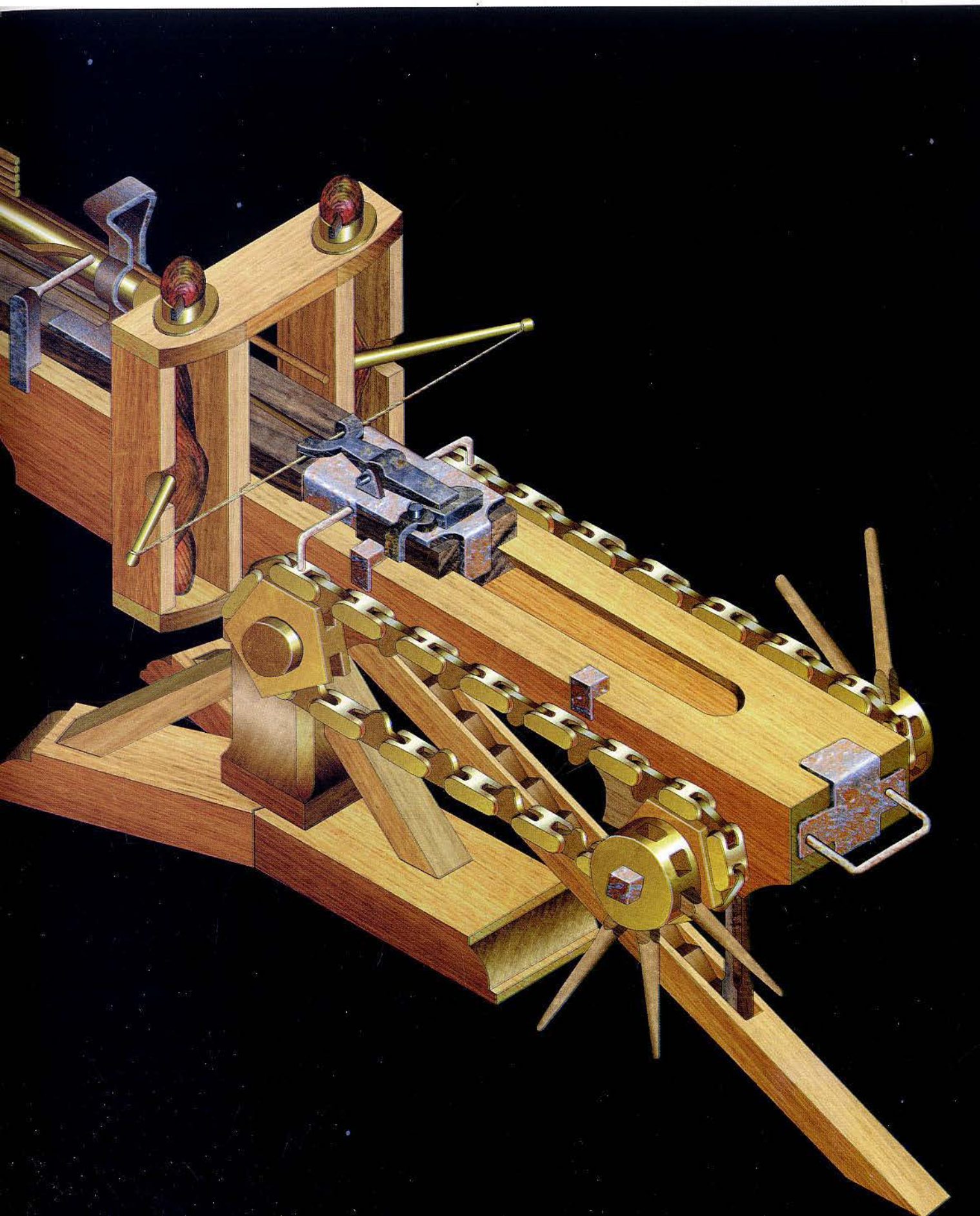
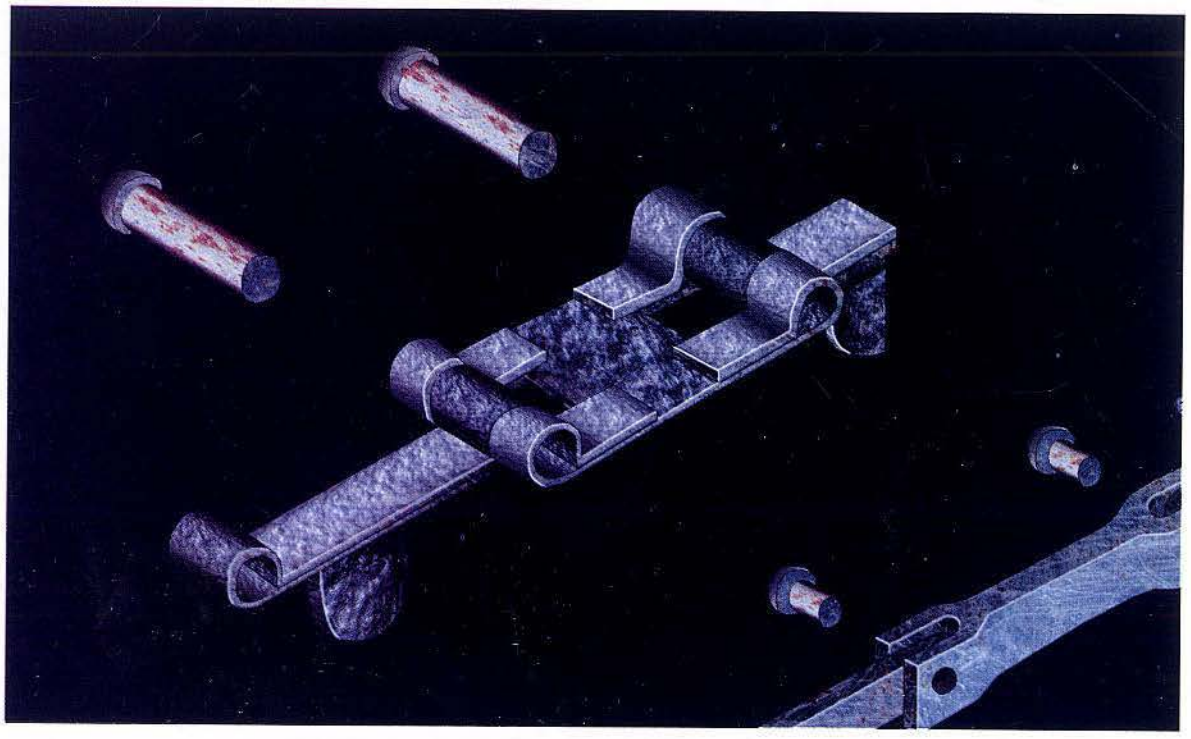


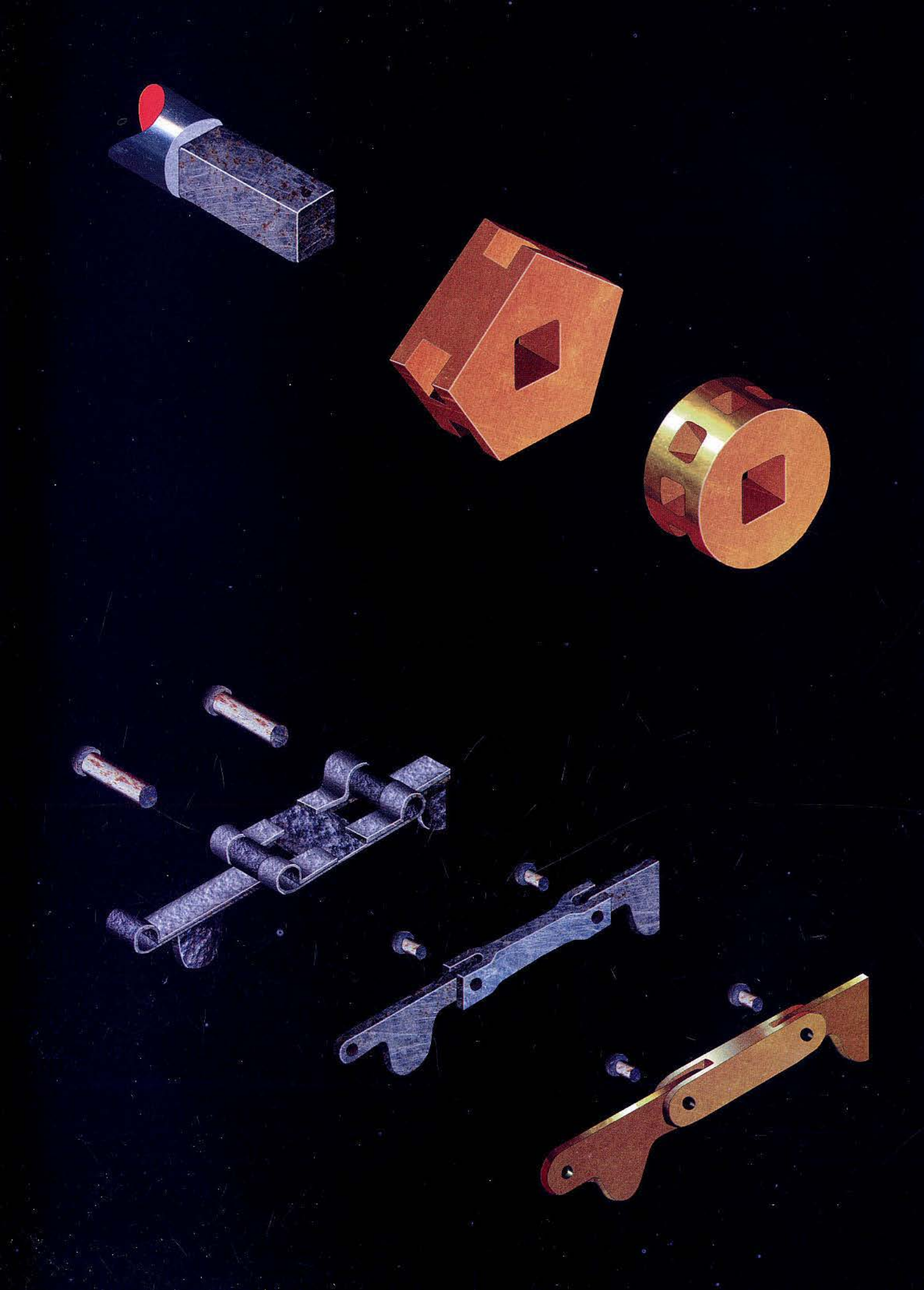
TAVOLA LVII

Ricostruzione grafica del rocchetto e delle probabili catene della catapulta a ripetizione di Dionisio di Alessandria, in base alle indicazioni trasmesseci da Filone di Bisanzio.

La catapulta, come accennato nelle tavole precedenti, deve intendersi senza dubbio come una sorta di virtuosismo meccanico dell'antichità: nessuna meraviglia pertanto che nella sua definizione comparvero soluzioni cinematiche destinate a riproposizioni future vastissime. Tra queste in particolare la catena a *galle*, propriamente definita a *maglie piane*, correntemente ascritta a Leonardo da Vinci. Tali maglie avevano presumibilmente sporgenze che andavano a inserirsi negli interstizi di un rocchetto poligonale. In altri termini la catena, molto simile peraltro a quella delle moderne motoseghe, disponeva di denti interni che ingranavano nei vuoti di un rocchetto motore pentagonale e di uno simile di rinvio.

La ragione dell'opzione pentagonale deve correlarsi alla medesima logica dei giunti dei cerchioni nelle ruote dei carri: si preferiva, in entrambi i casi, il numero dispari per evitare che due di loro si trovassero in posizione diametrale indebolendo perciò l'intera ruota. Nella fattispecie due alloggiamenti per i denti della catena ricavati a 180° avrebbero finito per svuotare il rocchetto, privandolo della indispensabile solidità. Tornando alla catena è interessante ricordare che, sempre secondo Filone, Dionisio la realizzò con elementi di legno di quercia rivestiti di lamiera di ferro, con la quale fece anche le pinne destinate ad ingranare nei rocchetti: la notizia tuttavia appare scarsamente plausibile, forse relativa piuttosto ai rocchetti, essendo di gran lunga più agevole ricavare i singoli anelli per fusione.





Artiglieria Meccanica Sperimentale

Le Catapulte di Ctesibio

TAVOLA LVIII

Ricostruzione grafica di un elemento pneumatico appartenente al gruppo motopropulsore progettato da Ctesibio per funzionare ad aria compressa. E' verosimile che per ridurre la corsa del pistone senza però ridurre la quantità di aria da comprimere la soluzione escogitata fosse quella di accentuarne la larghezza. Del resto la descrizione che possediamo equipara il cilindro ad una scatola per pomate farmaceutiche, da sempre larghe e basse.

Di Ctesibio disponiamo di pochissime ed incerte notizie. Sebbene fosse ritenuto il fondatore della scuola dei meccanici alessandrini sappiamo appena che forse visse nella prima metà del III secolo: sarebbe stato dunque un contemporaneo di Archimede. Dei suoi scritti nulla ci è pervenuto. Stando a Vitruvio la pompa aspirante e premente fu una sua invenzione, realizzata con pistoni levigati al tornio, lucidati e lubrificati con olio: quanto ai cilindri, senza dubbio più complessi, la fonte non ne fa menzione. Accenna, invece ad un congegno detto aeròton, una macchina ad aria compressa che serviva a tendere una molla, costituita da cilindri di bronzo battuto, lavorati al tornio, dalla superficie spianata a regola d'arte, muniti di pistoni.

Si sarebbe trattato verosimilmente di un gruppo motopropulsore per catapulta, formato dall'adattamento di una coppia di cilindri, muniti di relativi pistoni a perfetta tenuta mediante fasce elastiche, privi però di valvole di scarico, ad entrambe le braccia di una macchina a torsione. Queste ruotando per effetto della corda tesa dal verricello, avrebbero spinto i pistoni all'interno dei cilindri comprimendo sempre più fortemente l'aria racchiusavi, fino alla sua massima densità, fatta coincidere con la fine della corsa della slitta. Liberando la corda con il tradizionale dispositivo a forcella, l'aria non più contrastata, espelleva in maniera esplosiva i pistoni, che a loro volta scaricavano la spinta sulle braccia dell'arma. Nelle prove sperimentali Ctesibio scoprì che una i pistoni espulsi bruciavano. Si trattava, e l'antico ingegnere non poteva neppure immaginarlo, della prima manifestazione sperimentale della legge di stato dei gas, la stessa che sta alla base del funzionamento del motore Diesel!

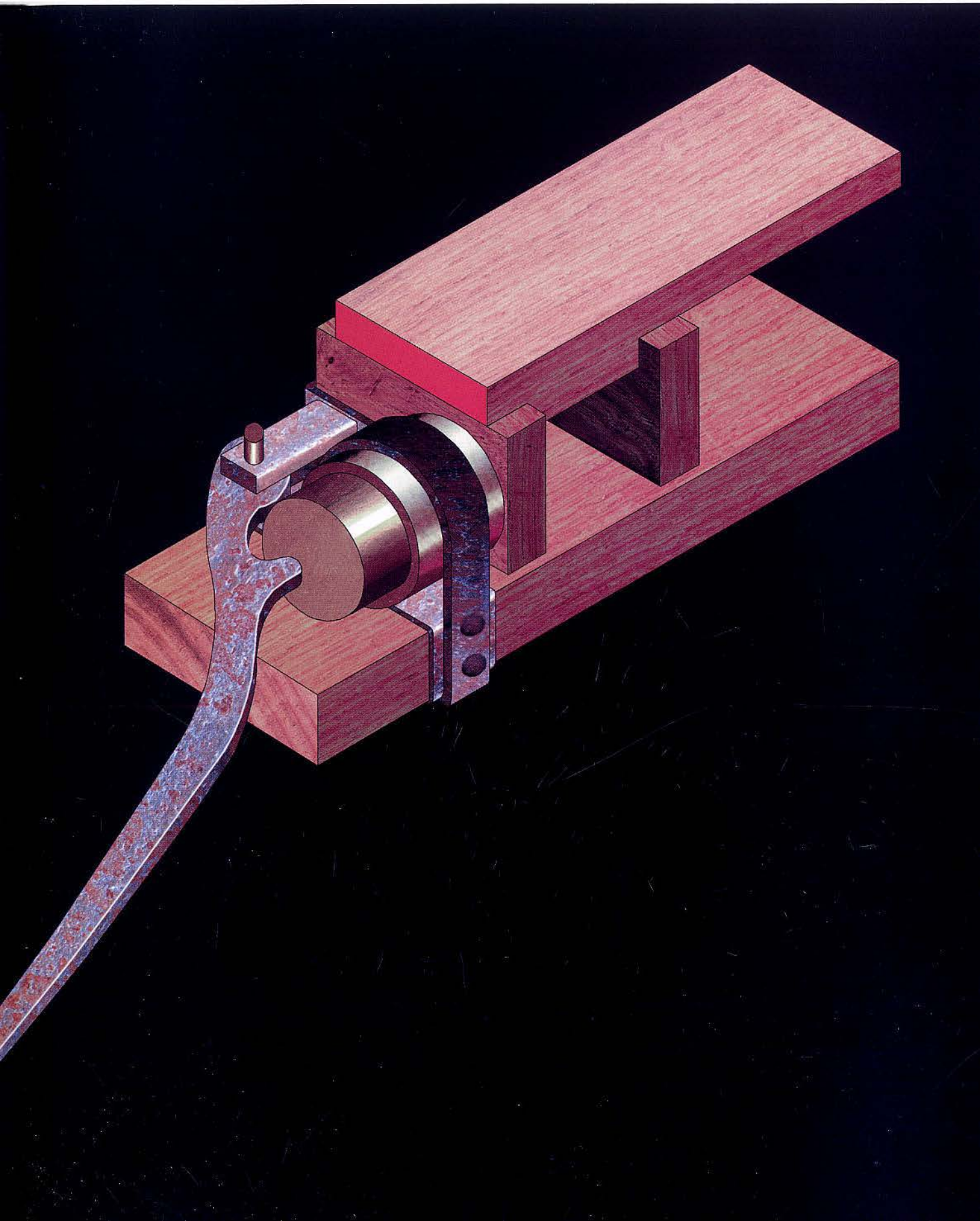
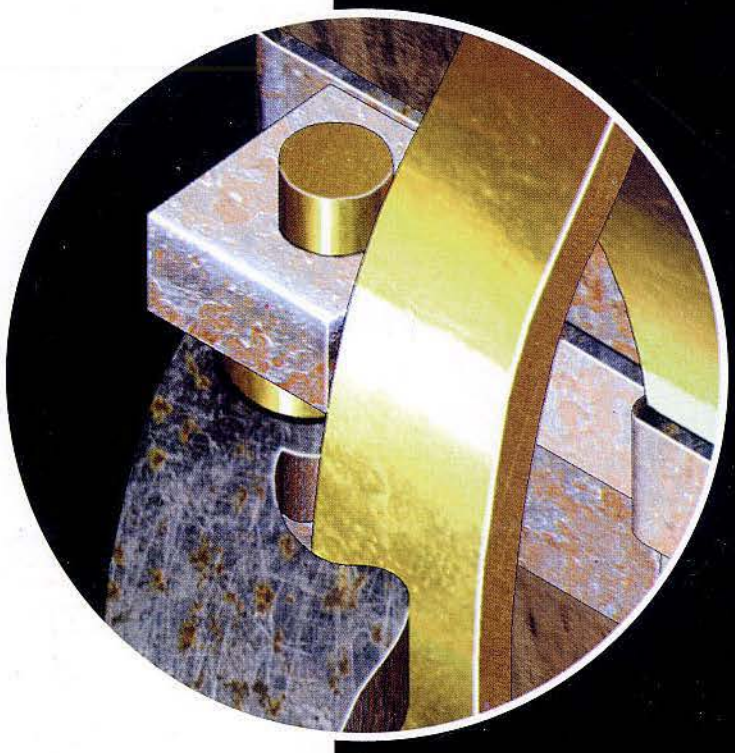


TAVOLA LIX

Ricostruzione grafica di un elemento elastico in bronzo, una sorta di doppia molla a balestra, progettato da Ctesibio per un gruppo motopropulsore alternativo per catapulta.

Stando sempre alle notizie tramandateci dai vari trattatisti dell'antichità a Ctesibio, tra le altre invenzioni venne attribuita pure una macchina chiamata *chalkeuton,* cioè fatta di bronzo. Molto verosimilmente fu una catapulta sperimentale nella quale, invece che nelle matasse elastiche, l'energia veniva accumulata in grosse molle di metallo, che non poteva essere tuttavia l'acciaio, materiale poco conosciuto all'epoca. Nella fattispecie i soliti bracci delle artiglierie a torsione erano incurvati in modo tale che, quando l'arco veniva teso, premevano su piastre di bronzo martellato. Ma la compressione di molle del genere si dimostra inferiore sotto la maggior parte dei punti di vista, a quelle d'acciaio tranne che per la corrosione: catapulte siffatte pertanto non ne vennero mai costruite.



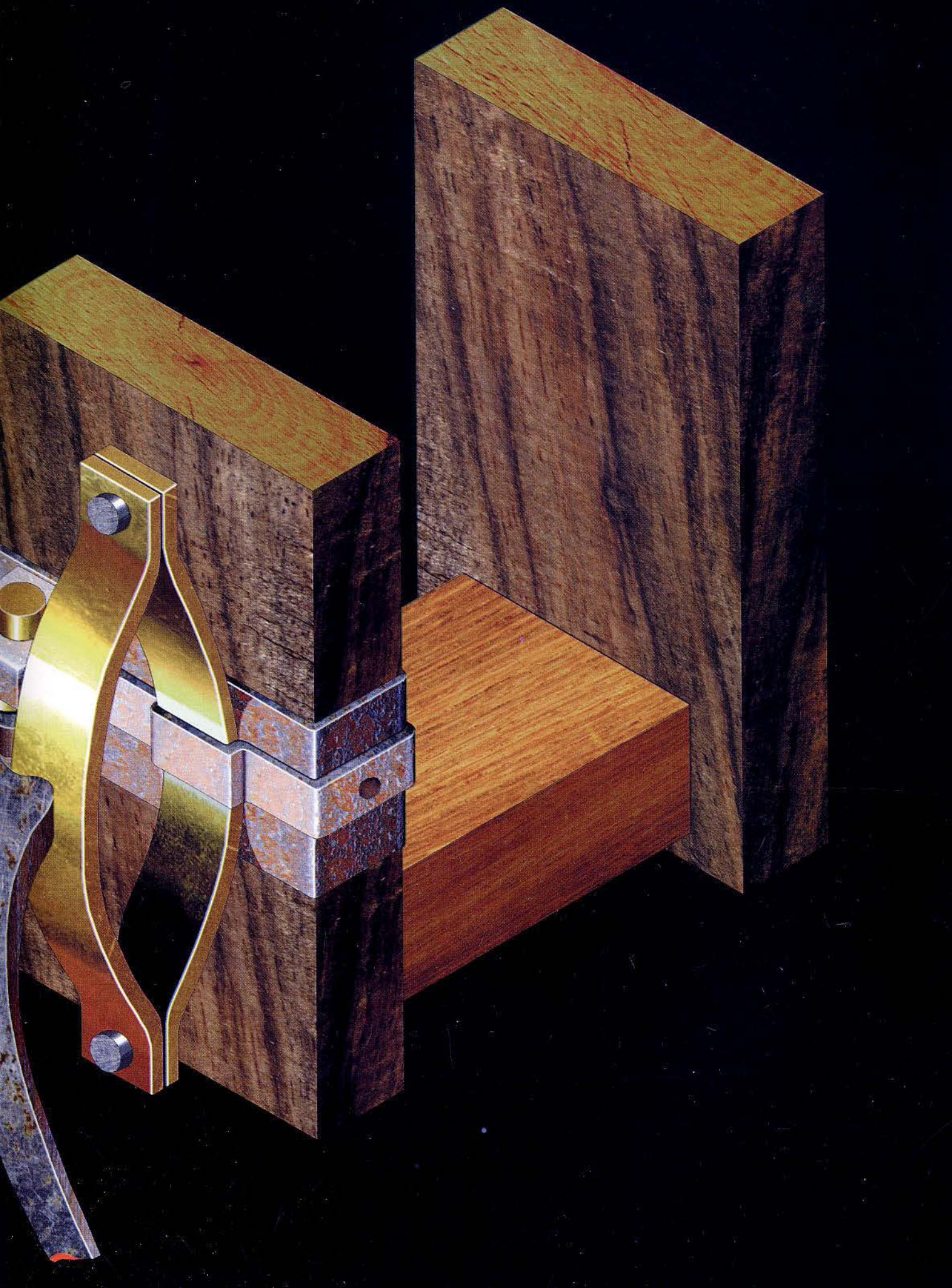
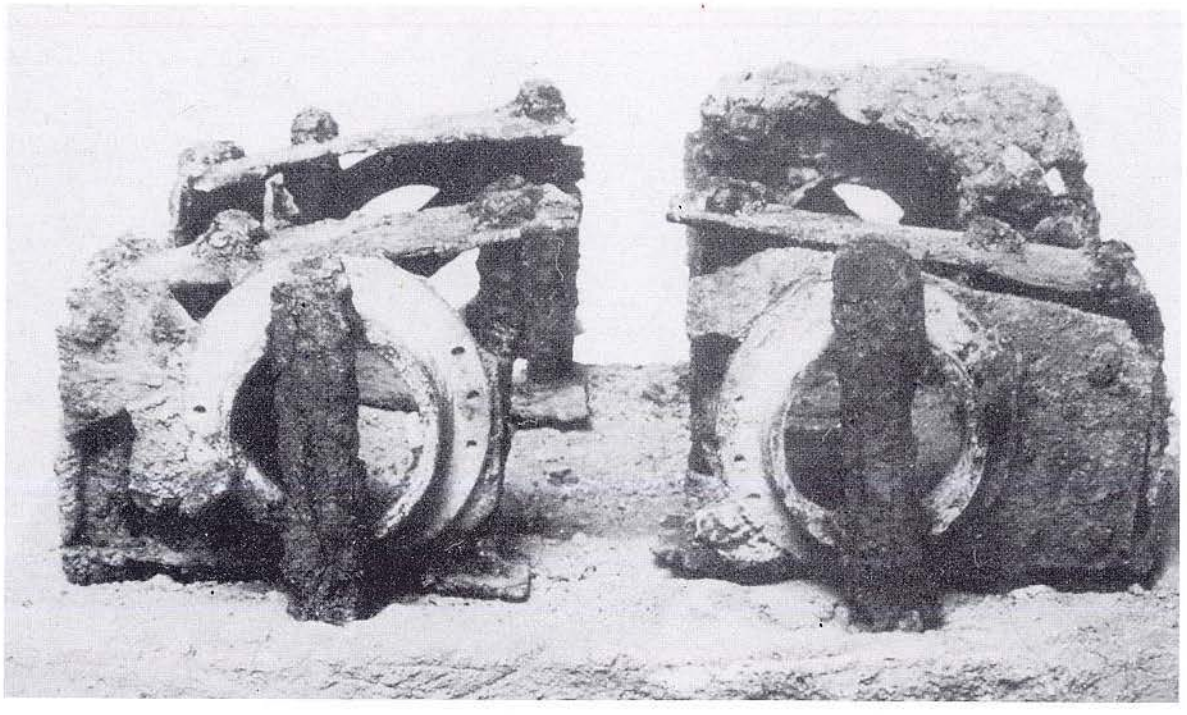
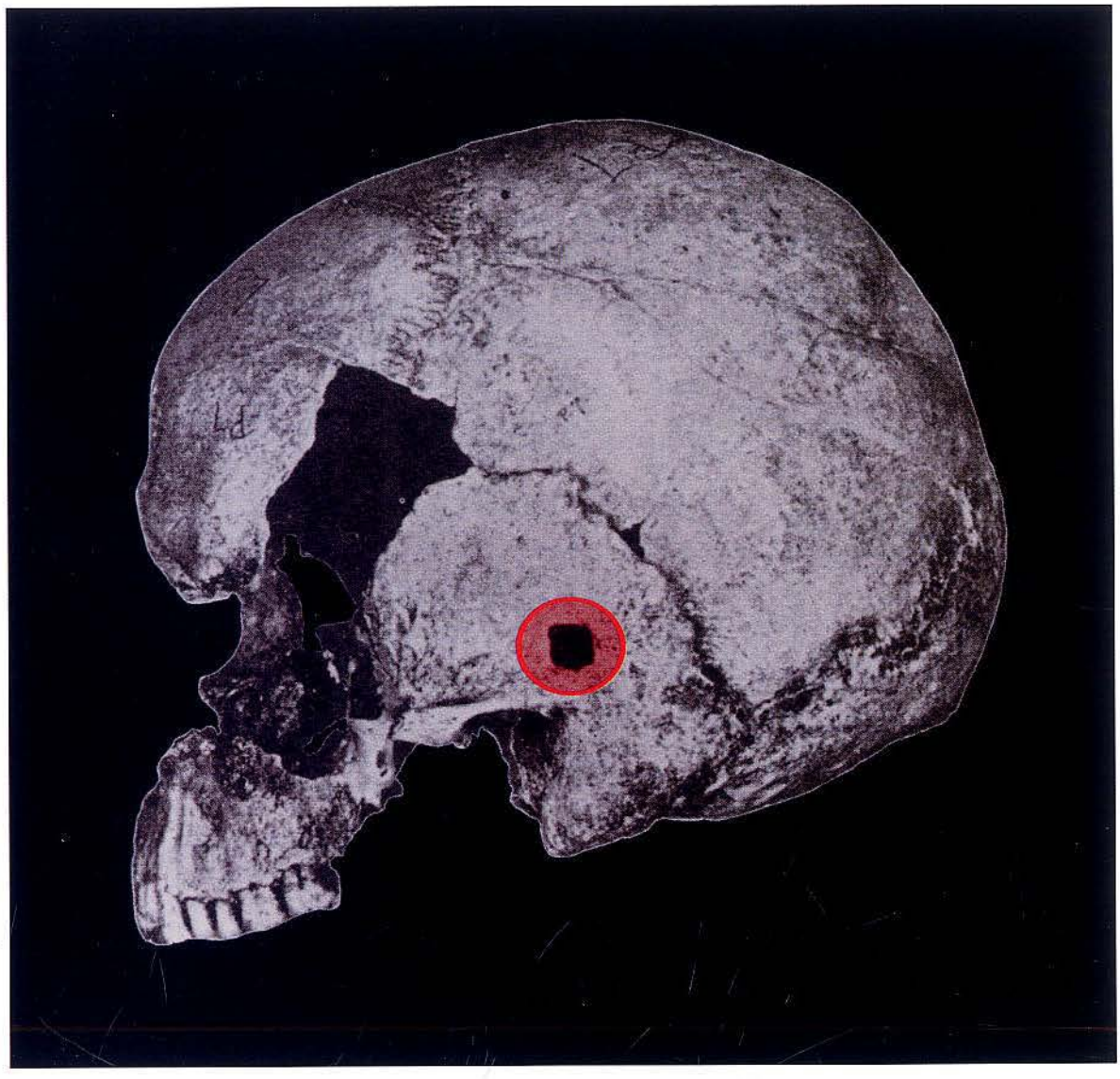


TAVOLA LX

A - Resti della catapulta di Ampurias, unico reperto completo di un gruppo motopropulsore, conservato nel Museo Archeologico di Barcellona.

B - Cranio ritrovato a Maiden Castle con un eloquente foro di verrettone quadrato.





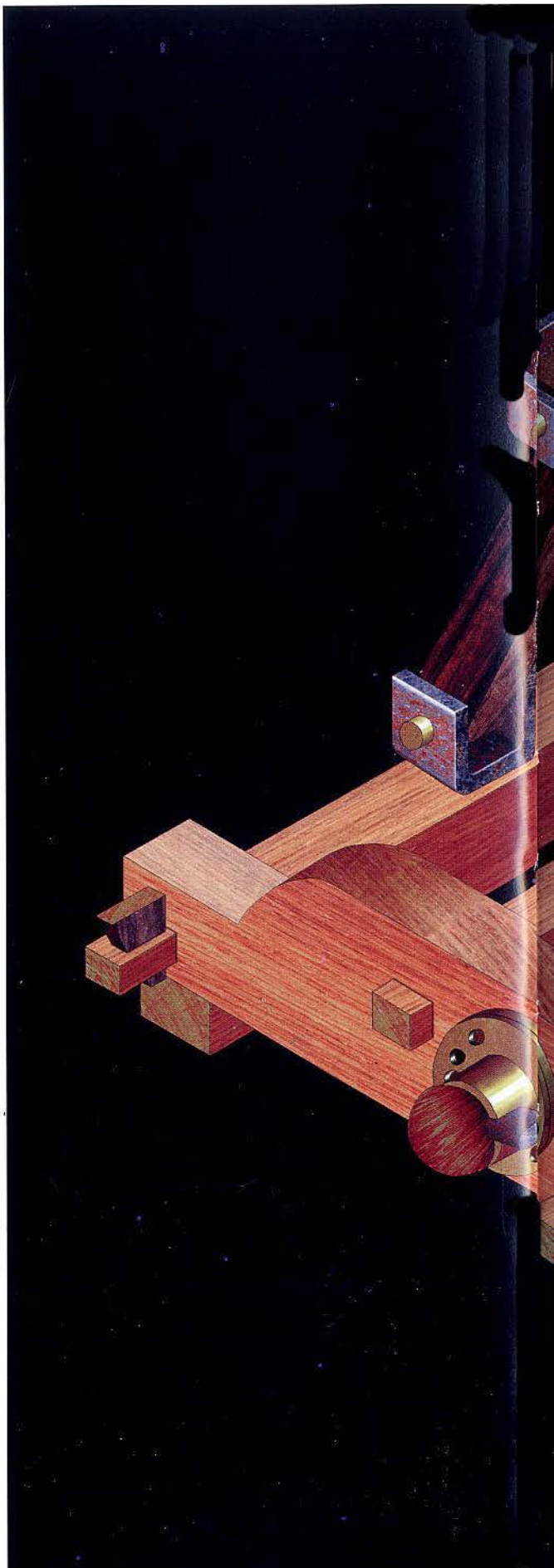
Artiglieria Meccanica a Torsione Monobraccio

L'Onagro

TAVOLA LXI

Ricostruzione grafica di un onagro romano di epoca imperiale. La potente artiglieria monobraccio è di origine incerta sia dal punto di vista cronologico che meccanico. Di sicuro appare notissima nel basso-impero, al punto da essere ritenuta la più flessibile artiglieria dell'esercito. La sua principale novità consisteva nell'impiegare un unico braccio per il lancio: nessuna complessa operazione di equilibratura, nessuna sofisticata struttura di supporto. Un semplice telaio, in pratica l'ingrandimento di quello dell'antica sega da falegname, e un paranco per il caricamento della sua grossa matassa. Sotto il profilo balistico va osservato che in essa, e fu la prima volta, il proietto non veniva accelerato linearmente, lungo un apposito canale di lancio ma circolarmente, tramite una fionda ad apertura automatica. La traiettoria pertanto cessò allora di essere fondamentalmente tesa per divenire parabolica, fortemente arcuata, caratteristica molto opportuna per il lancio di grosse pietre all'interno delle città assediate.

In base alle scarse fonti disponibili l'invenzione dell'onagro dovrebbe ascriversi esclusivamente ai Romani. Il primo riferimento a macchine da lancio ad un solo braccio -in greco monàncon- si ravvisa, incidentalmente, in Filone Alessandrino intorno al 200 a.C., dopo di che più nulla per oltre tre secoli. Se ne ritorna a parlare, infatti, ad opera di Apollodoro di Damasco, famoso ingegnere dell'epoca di Traiano, che ne redasse pure una sintetica descrizione. Da quel momento sull'enigmatico congegno scese una seconda impenetrabile oscurità protrattasi fino al IV secolo, quando ormai è notissimo sia per Ammiano che per Vegezio. Quanto al suo curioso nome, nel frattempo affermatosi dovunque, derivava dal salto che la parte posteriore dell'arma compiva immediatamente dopo il tiro, simile allo scalciare di un asino selvatico, in latino onager. Guai a dimenticarsi di quell'antesignano rinculo accostandosi incautamente dietro la macchina! Ammiano tramanda di un architetto militare, che avvicinatosi distrattamente troppo ad un onagro, finì dilaniato dalla sua fionda.



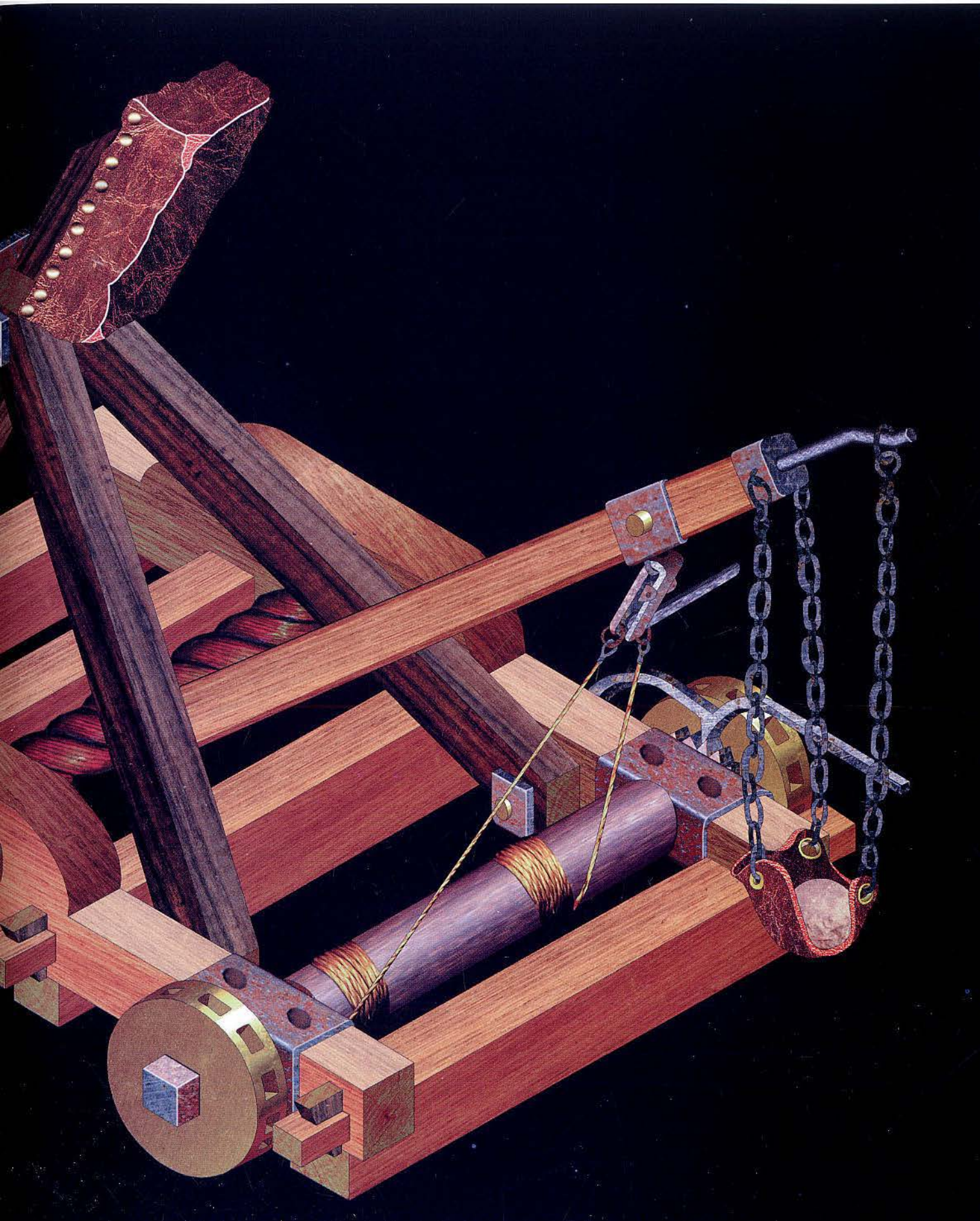


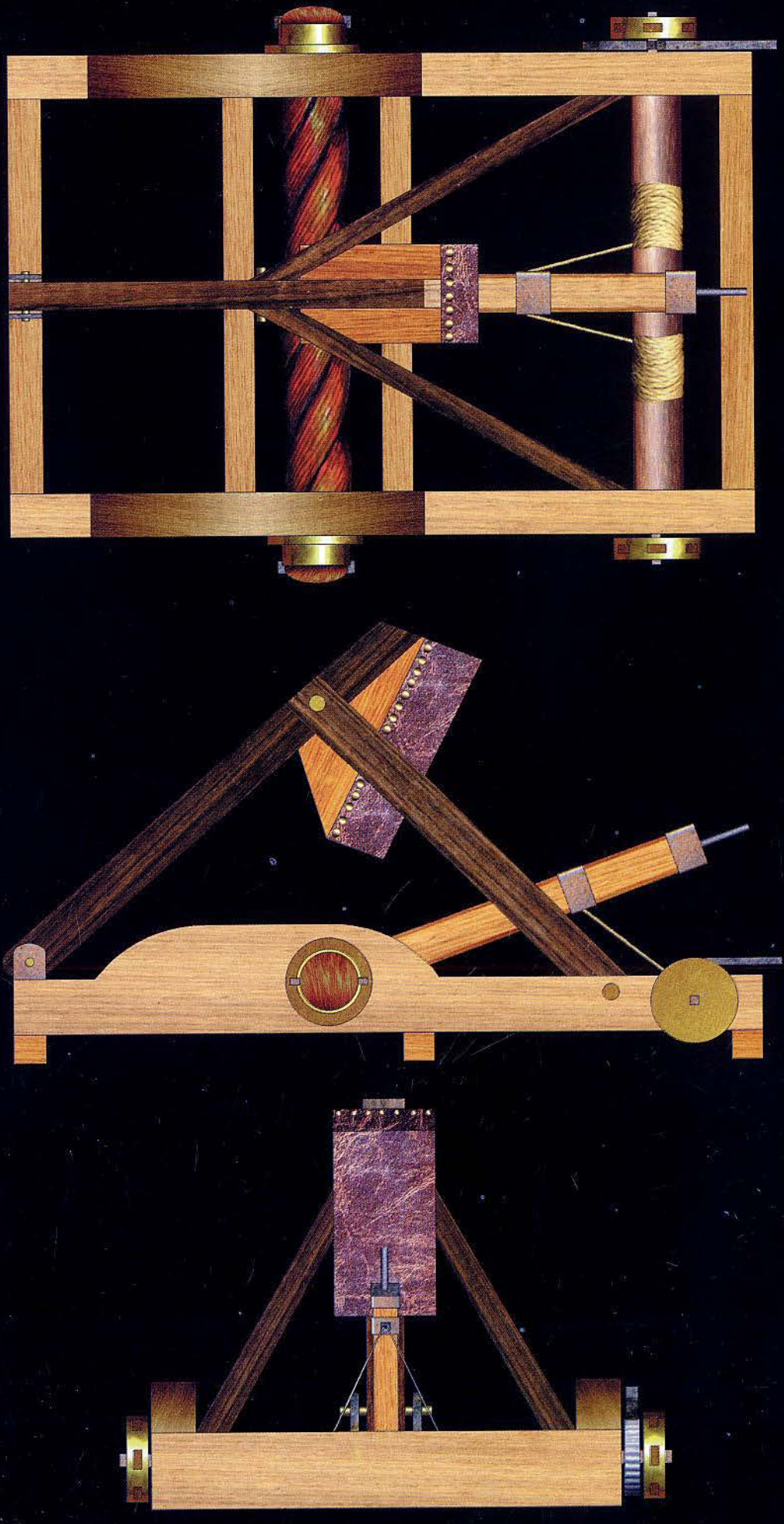
TAVOLA LXII

Onagro, planimetria, prospetto laterale e prospetto frontale. L'unità di misura è ancora una volta il modulo pari al diametro della matassa elastica.

Più semplice da costruire delle coeve artiglierie, l'onagro constava di un robusto telaio formato con due grosse travi longitudinali, tenute insieme da altre quattro, trasversali. Nelle prime, in corrispondenza dell'estremità anteriore, in una apposita gobba i fori di passaggio della matassa, sostenuta dalle solite flangie e sottoflangie. Scarsamente credibile la presenza di una coppia di ruote dentate, a forte demoltiplicazione, per agevolare il caricamento, tipo paranco. La loro eventuale adozione deve ascriversi al basso medioevo quando il progresso tecnologico le rese disponibili.

Circa il dimensionamento dell'onagro è logico supporre che seguisse le stesse regole fino ad ora incontrate. Ricavato il peso massimo del proietto che si intendeva scagliare si procedeva a relazionarvi il diametro della matassa necessaria. La sola differenza consisteva nel dettaglio che il valore risultante doveva essere moltiplicato per due essendo la matassa unica. Stabilito così il modulo di base le restanti parti della macchina venivano calcolate sullo stesso. Le traverse si collocavano in modo che le due centrali formassero, con i segmenti delle travi lunghe da esse intercettati, una sorta di scatola rettangolare, con i lati nella medesima proporzione di quelli delle macchine a doppia matassa. Anche la posizione delle due traverse, rispetto al piano d'appoggio risultava sfalsata, una più in alto dell'altra, sfalsamento identico a quello già rilevato nelle assi verticali dei gruppi motopropulsori. Quanto alla lunghezza delle due travi maestre doveva essere sufficiente a consentire la rotazione del grosso braccio centrale, probabilmente anch'esso proporzionale alle normali braccia delle baliste. Alla sua estremità la fionda a tre funi, o catene, di cui due fisse ed una sganciabile a 45°.

La sua azione venne così precisata da un celebre trattatista rinascimentale: *"... l'onagro scaglia pietre di peso rapportato alla robustezza dei nervi, perché quanto più è possente tanto più grandi sono i sassi che lancia come fulmini... comunque, con i sassi più pesanti scagliati dall'onagro non soltanto si abbattono gli uomini ed i cavalli, ma si distruggono anche le macchine nemiche."*



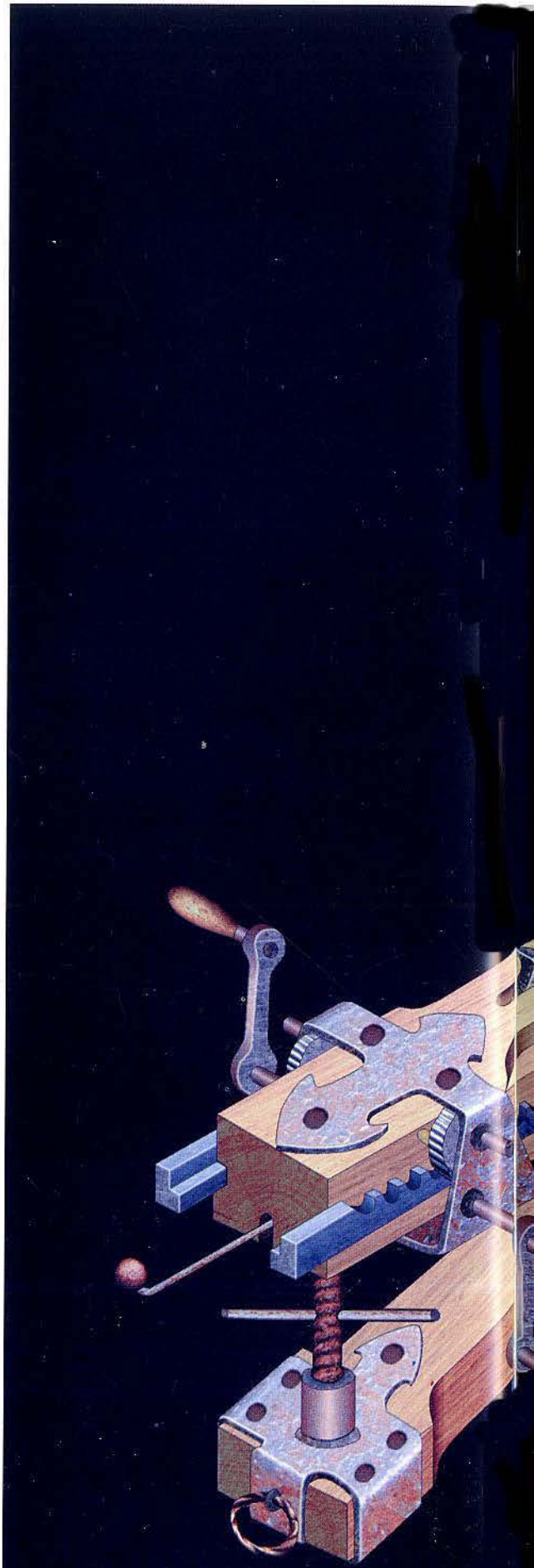
Artiglieria Medievale a Flesso - Torsione

Dalla Balestra da Torno alla Quadrirotis

TAVOLA LXIII

Ricostruzione grafica di una grande balestra da torno, liberamente tratta dai disegni di Viollet le Duc. La macchina ascrivibile al XII secolo appare già ricca di soluzioni meccaniche avanzate, le stesse che si ritroveranno tanto nelle modeste balestre manesche quanto nelle artiglierie a polvere dei secoli successivi. Anche in questo caso il grande arco a balestra è supposto in due metà compensate da altrettante matasse a torsione. Il dispositivo di caricamento è a cremagliera d'acciaio, tipico delle più potenti balestre.

Sebbene di un'arma del genere non si trovi alcuna esplicita descrizione, non mancano però in diversi manoscritti delle significative allusioni alle sue caratteristiche salienti. In un testo anonimo medievale, *De rebus bellicis*, si fa riferimento ad un arco a segmenti d'acciaio indipendenti, dettaglio che sembrerebbe riproporre l'antica soluzione di Isidoro di Abido per aggirare l'incapacità tecnologica di forgiare archi d'acciaio di notevole ampiezza, sufficientemente omogenei. A compensare qualsiasi residua asimmetria elastica avrebbero provveduto le grosse matasse nelle quali stavano impegnate le due metà dell'arco. La grande balestra così realizzata, funzionante grazie all'energia fornita dalla integrazione di accumulatori a torsione con accumulatori a flessione, conservò delle remote antenate la distinzione dimensionale in base alla lunghezza del verrettone, ovvero balestra da due o da tre piedi, cioè per dardi di cm 65 o di cm 95.



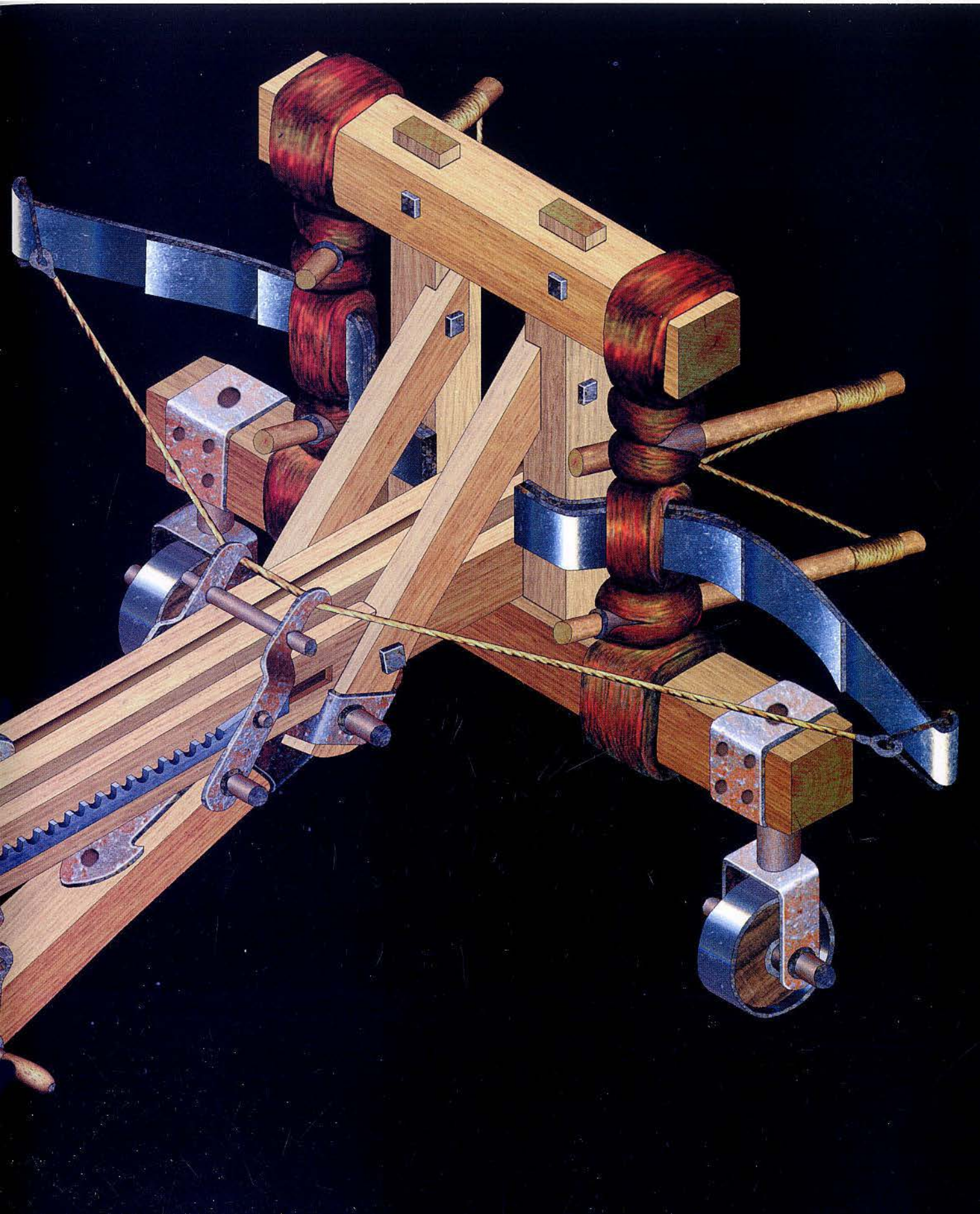
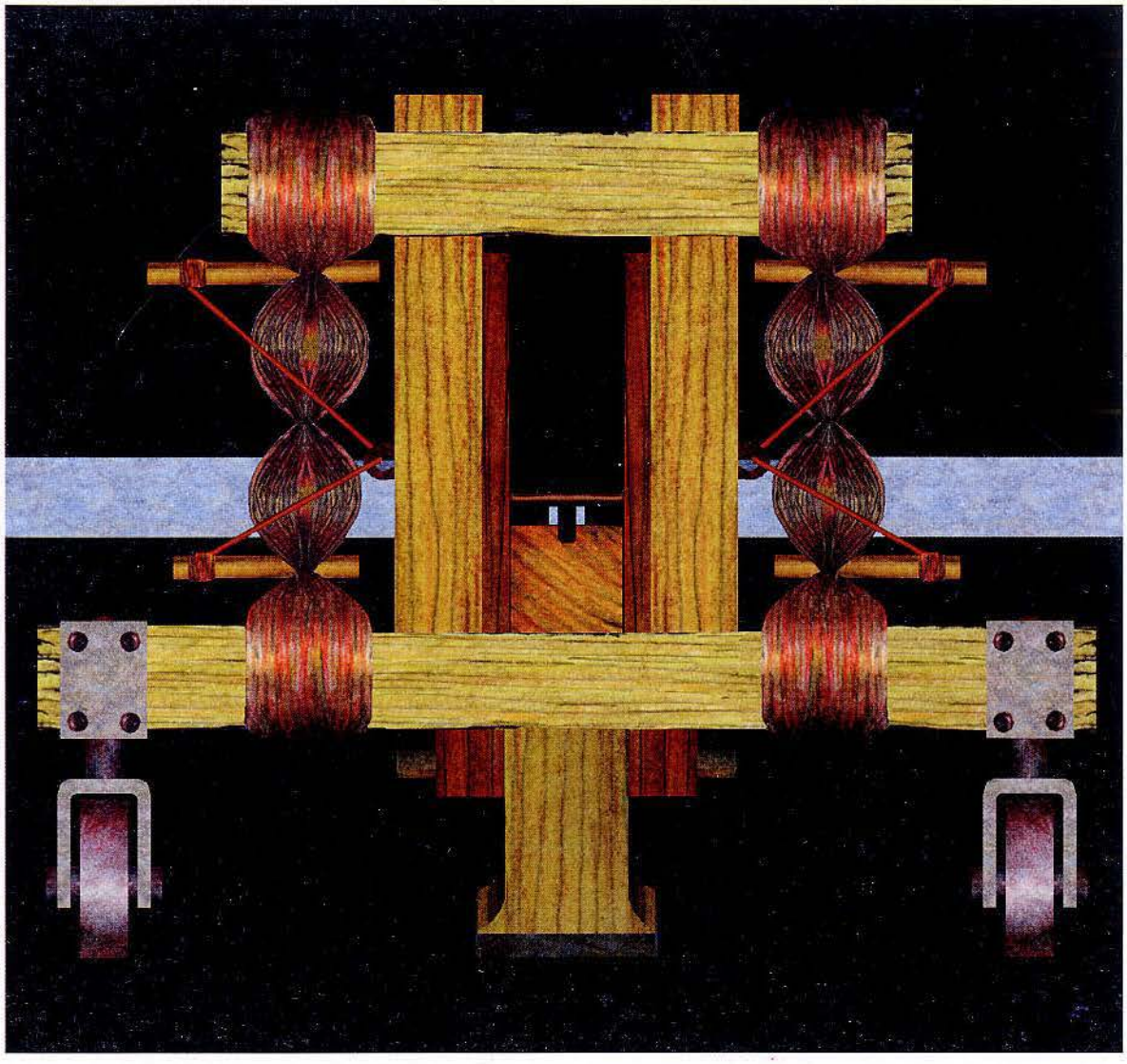
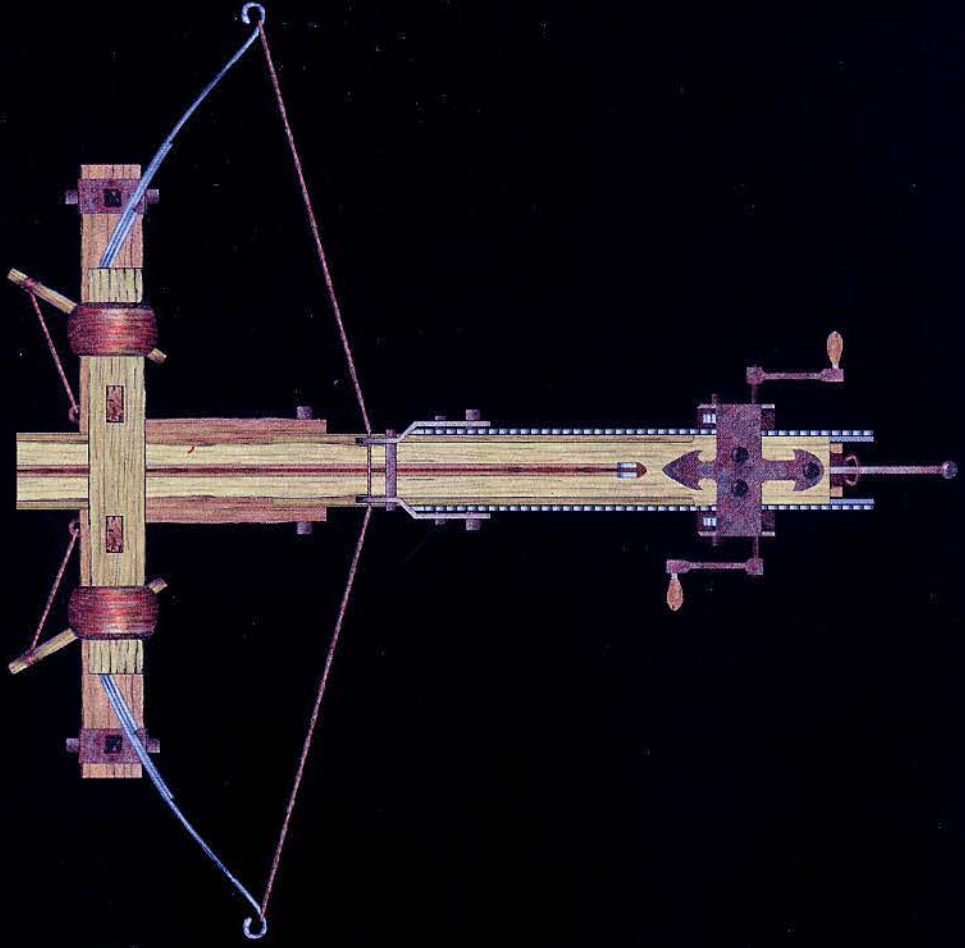


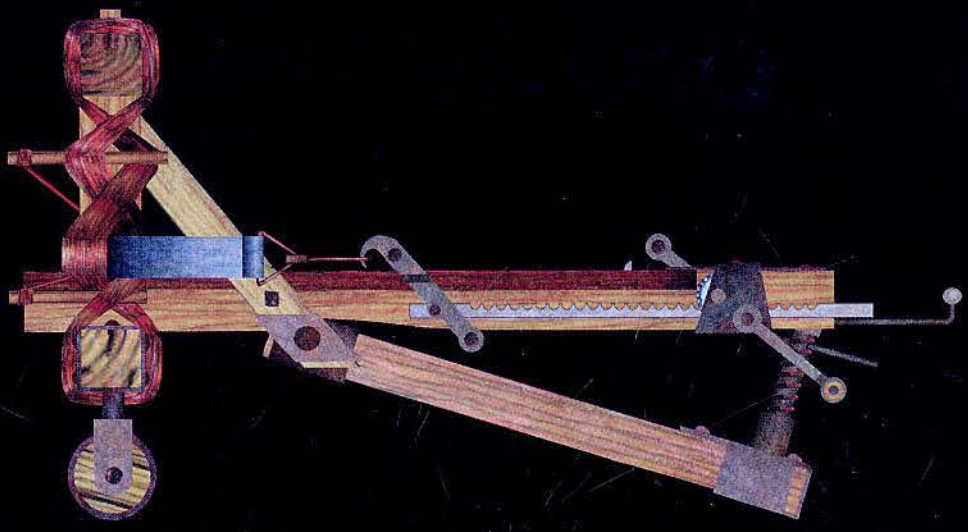
TAVOLA LXIV

Grande balestra da torno: planimetria, prospetto laterale e prospetto frontale.

La supposizione di un arco diviso in due distinti segmenti non trova, ovviamente, consenzienti tutti gli studiosi. Per alcuni, infatti, la duplicità strutturale deve riferirsi alle barre dentate impiegate per il suo caricamento, tipiche delle più sofisticate e potenti balestre medievali. Curiosamente è proprio questo il sistema che il le Duc adottò nella sua grande balestra da torno, quasi che avesse sintetizzato le diverse interpretazioni dell'antico ignoto trattatista.







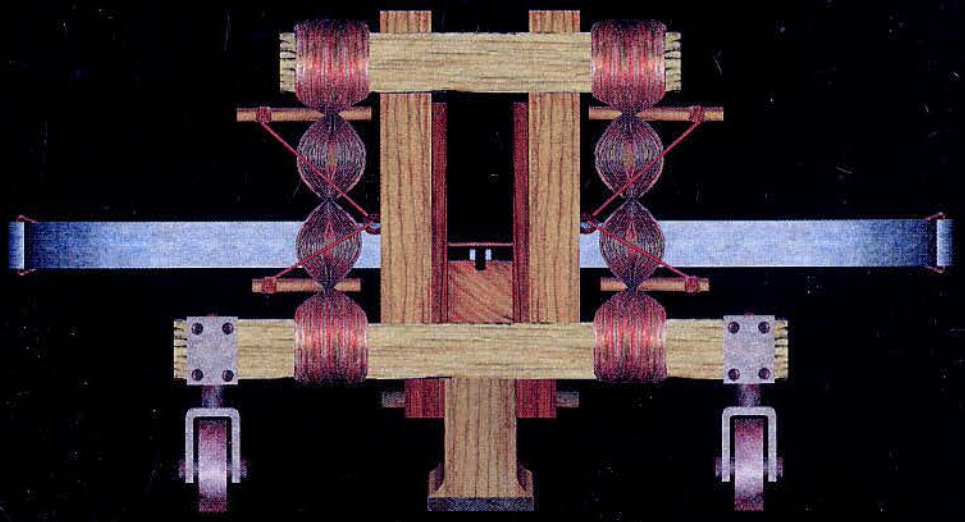


TAVOLA LXV

Grande balestra da torno: dettaglio della scatola del riduttore per il trascinamento della cremagliera di caricamento.

Come accennato il dispositivo di caricamento nelle artiglierie medievali fu anch'esso radicalmente modificato, molto verosimilmente per la maggiore energia in gioco non bastando più un semplice verricello. Nella ricostruzione grafica proposta appare una doppia cremagliera movimentata da una coppia di martinetti terminante con due arpioni che agganciano la corda trascinandola fino ad un eccentrico posto al termine del canale di lancio. Scomparsa del tutto la slitta con i relativi arresti di sicurezza lineari o circolari, essendo il trascinamento con i martinetti autobloccante.

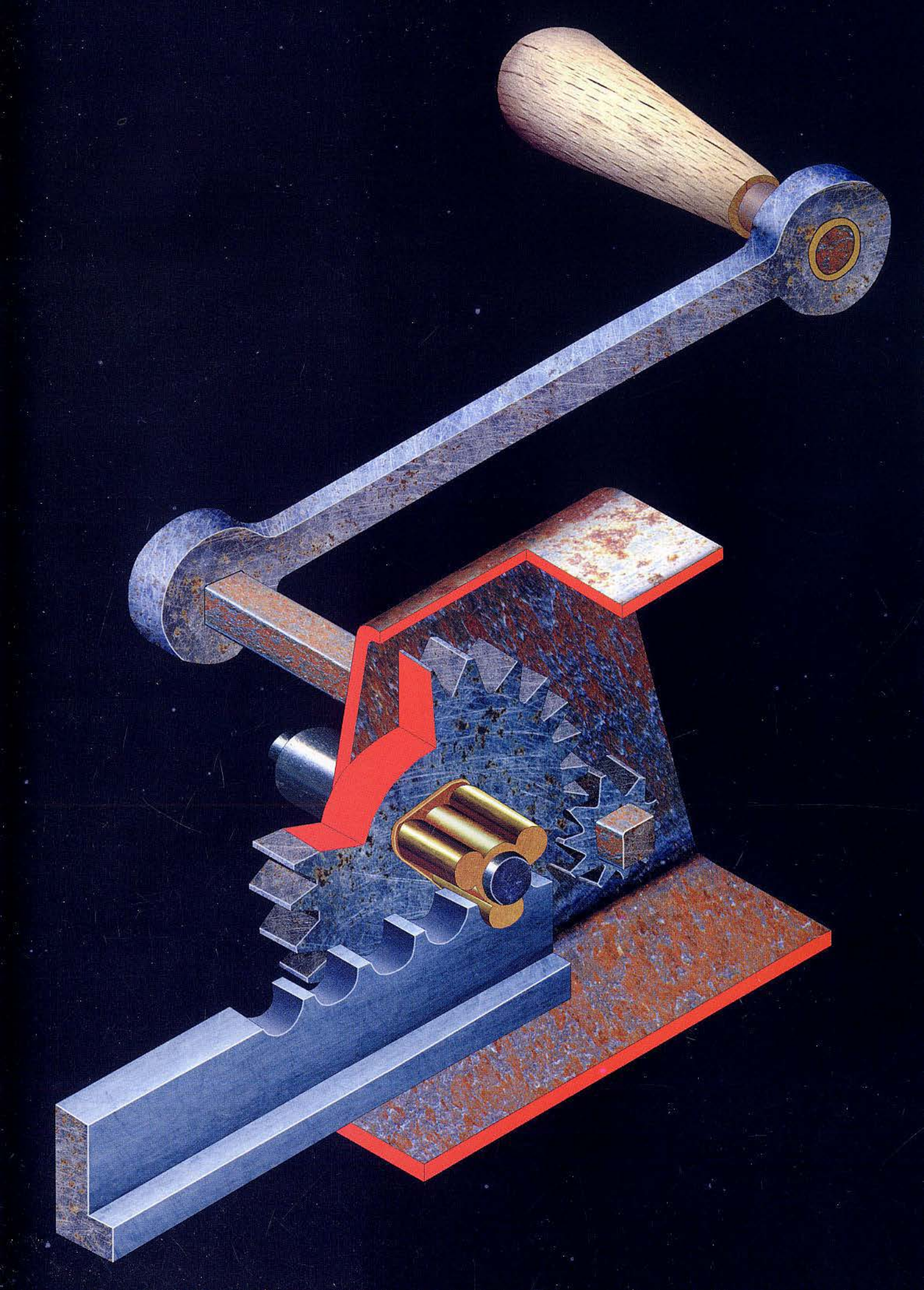
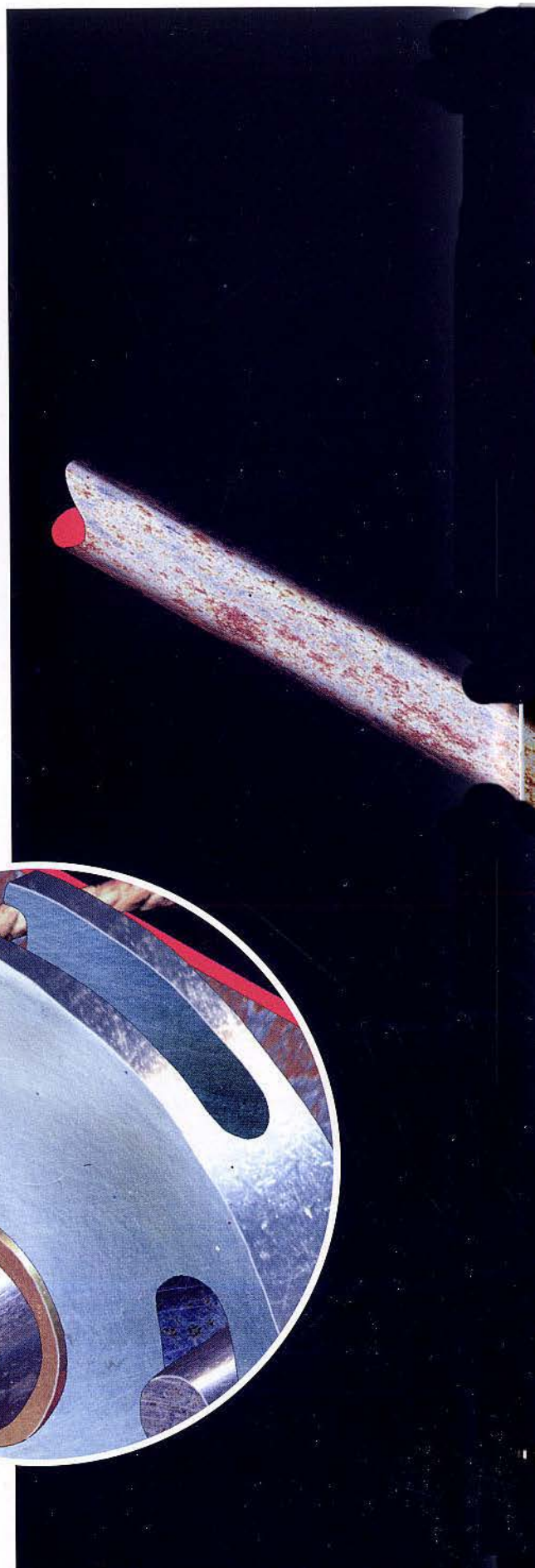


TAVOLA LXVI

Grande balestra da torno: dettaglio del dispositivo di sgancio.

Al pari del sistema di trascinamento della corda anche il dispositivo di sgancio venne completamente modificato adattandosi allo scopo un congegno a scatto con molle di rinvio ed eccentrici. Per la regolazione dell'alzo si adottò un sistema a vite, che divaricava la coda del fusto modificando l'inclinazione del canale. Quest'ultimo congegno si ritroverà di lì a breve sulle artiglierie a polvere dell'ultimo medioevo.



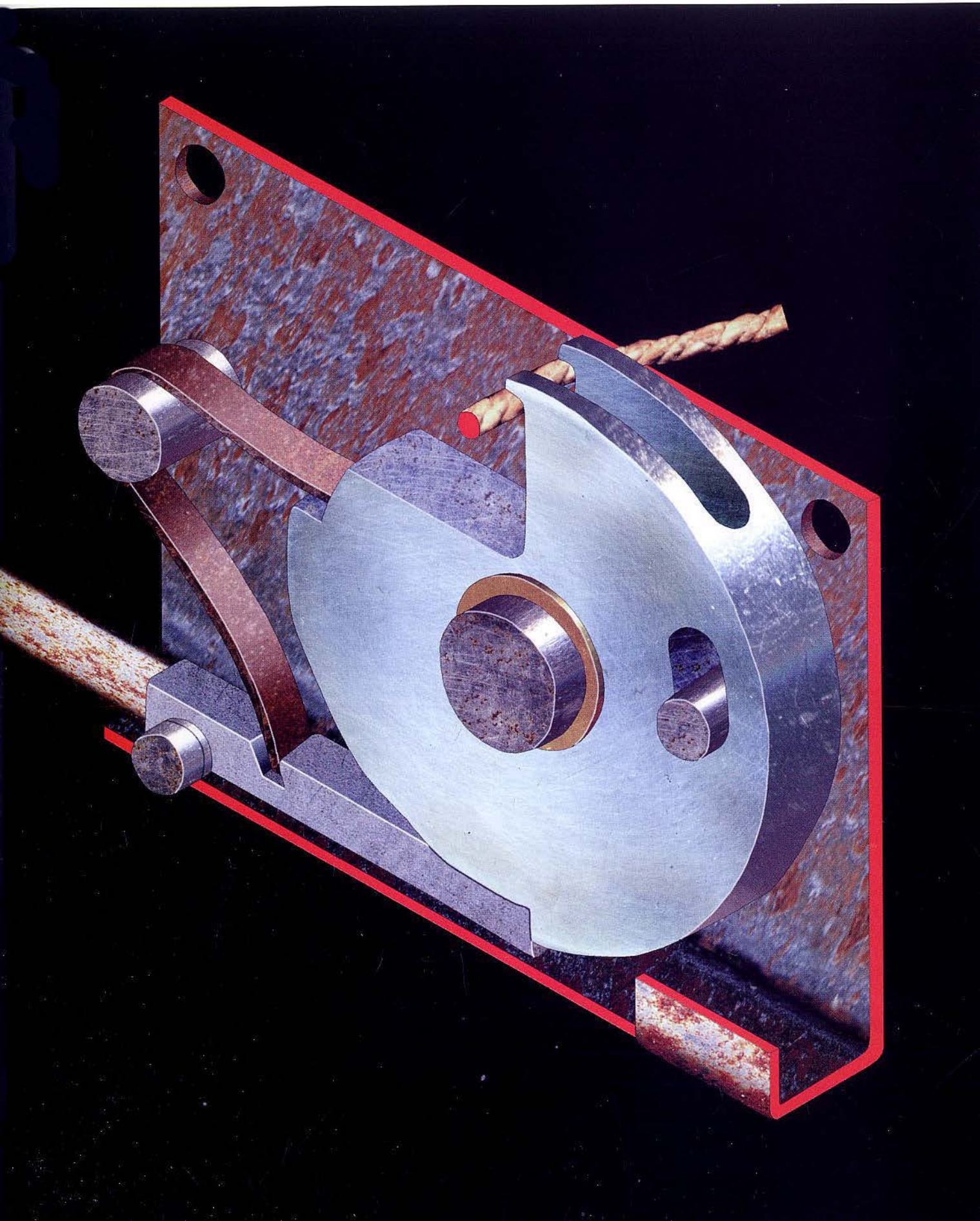


TAVOLA LXVII

Ricostruzione grafica di una *quadrirotis* medievale, liberamente inspirata alla ricostruzione di Viollet le Duc. Il celebre architetto francese, particolarmente esperto nell'artigianato medievale, disegnò questa macchina tenendo conto di tutte le possibili soluzioni tecniche disponibili all'epoca. Per quanto riguardava il sistema motore si avvalse di un grande arco d'acciaio, forse in due sezioni, giuntate dietro il montante centrale, nonché di una grossa matassa elastica. Le due molle, di disparata natura e funzionanti una per flessione e l'altra per torsione, risultavano fra loro complementari dal punto di vista energetico, fornendo alla macchina vantaggi del tutto inediti.

Anche questa macchina rappresenta una sintesi fra le artiglierie a flessione e quelle a torsione. In linea di larga massima non differisce molto da quella tardo imperiale impiegata dai Romani come artiglieria d'assedio pesante. La vera novità deve ravvisarsi nel gruppo di ingranaggi e di arpionismi impiegati per la messa in tensione della matassa in cui è inserita la base del braccio, fatto ruotare da un potente paranco posteriore. E sempre sul braccio, ma poco al di sotto della sua cucchiaia stava fissata la corda i cui estremi erano agganciati ai corni di un grande arco a balestra d'acciaio.

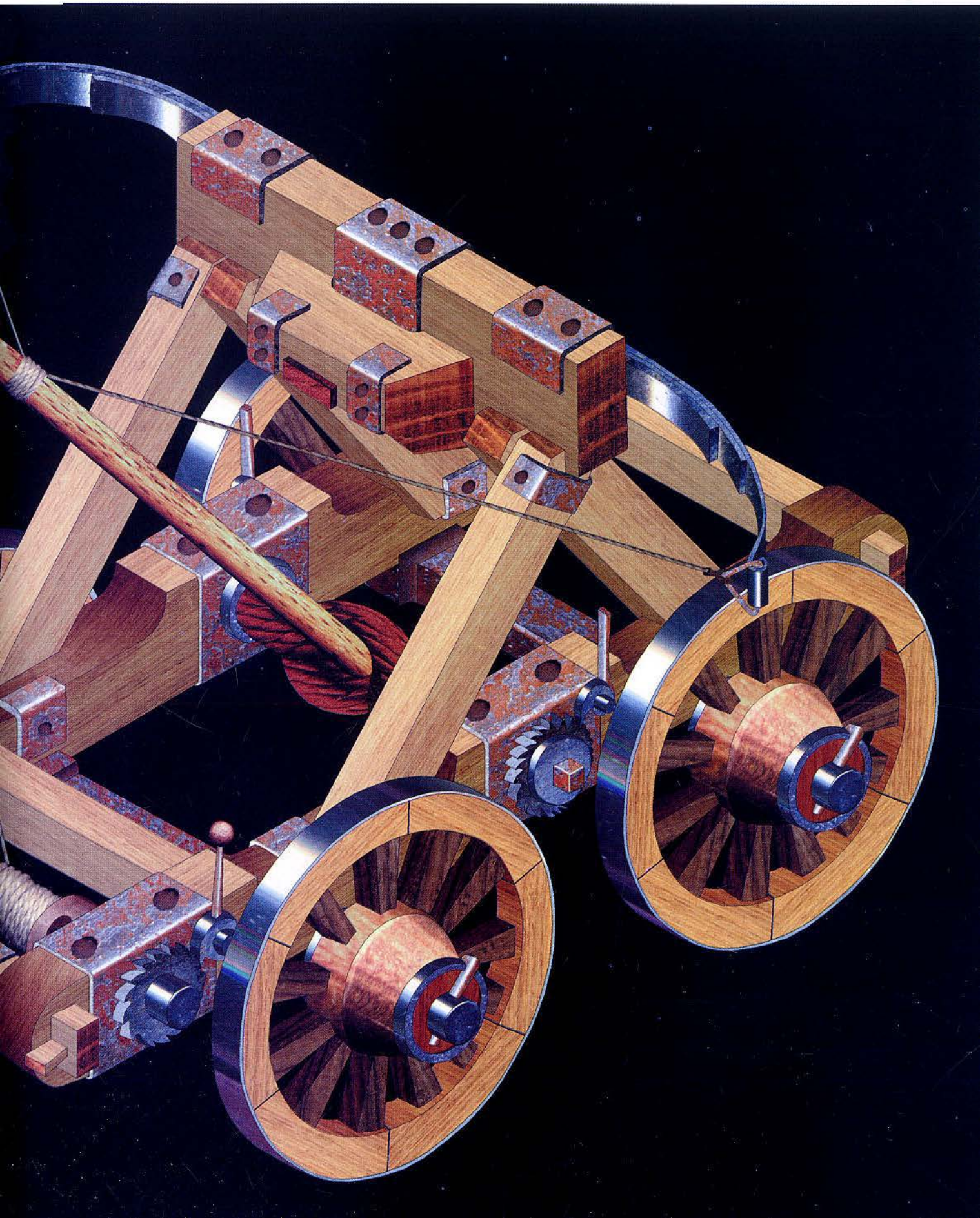
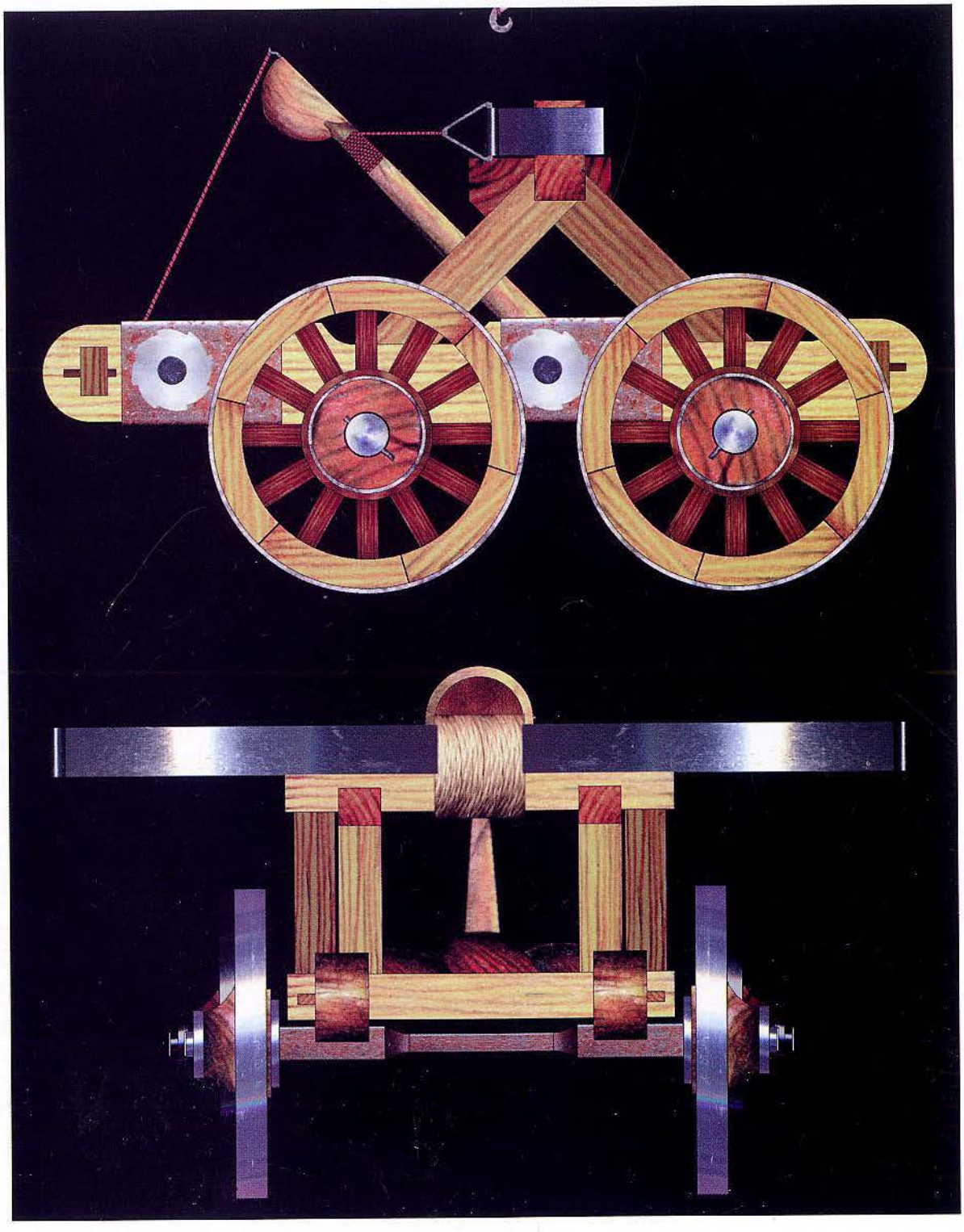


TAVOLA LXVIII

Quadrirotis **medievale: planimetria, prospetto laterale e prospetto frontale.**



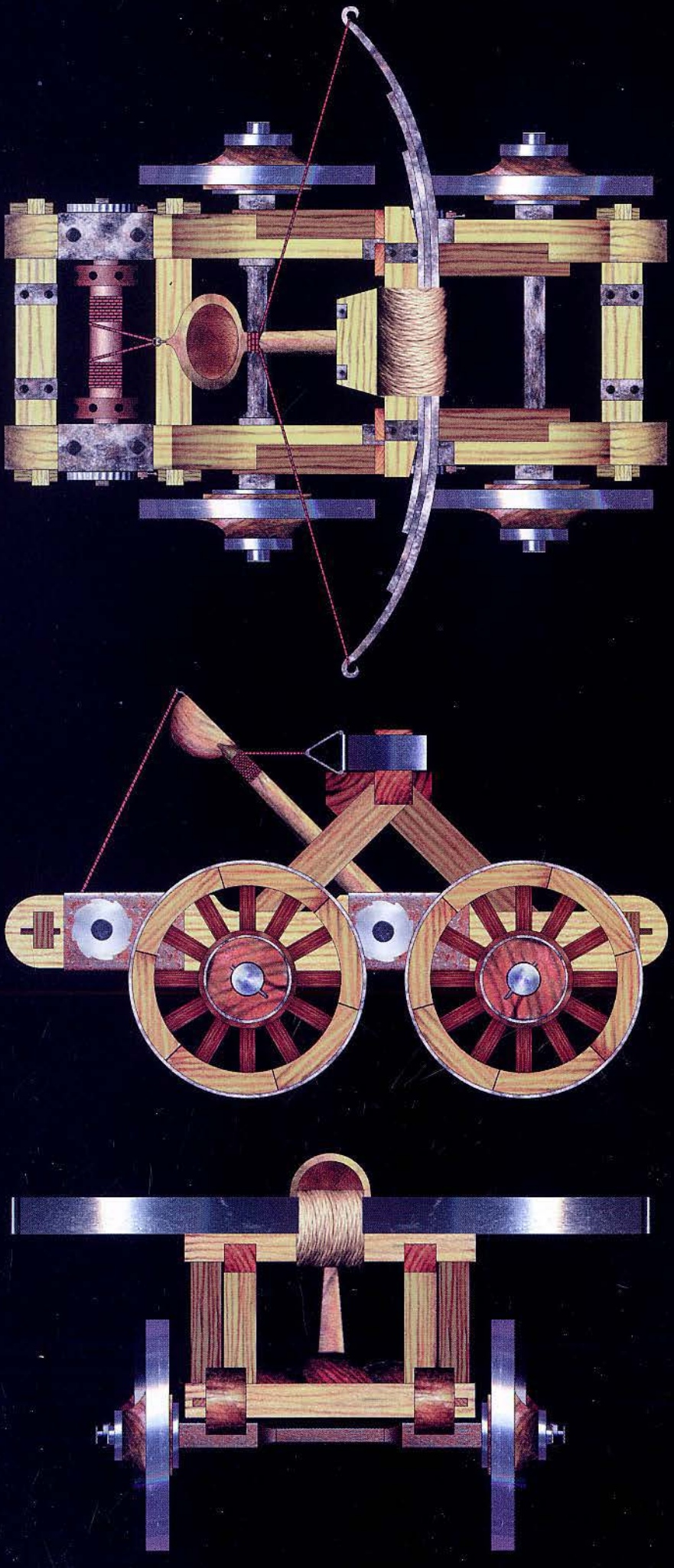
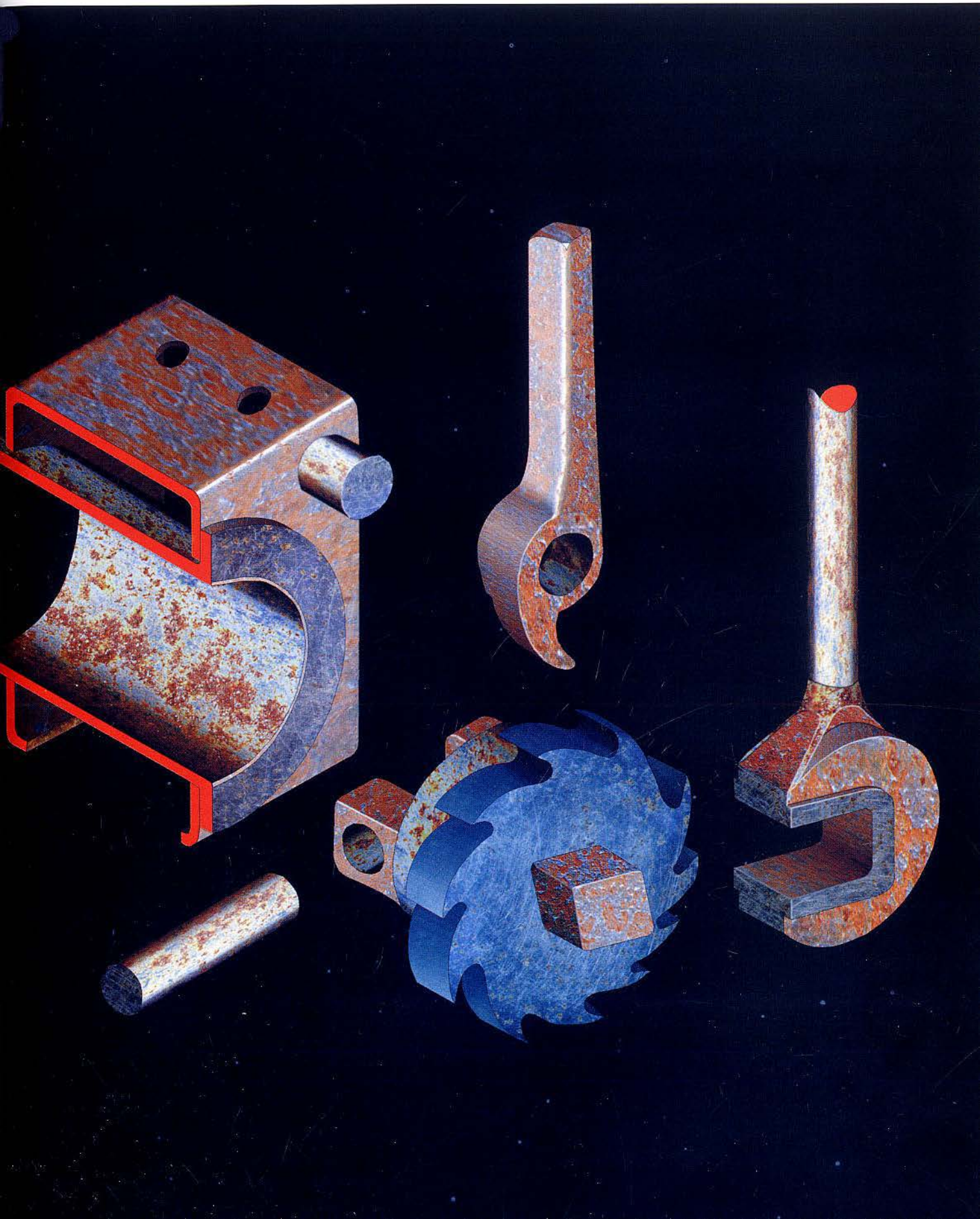


TAVOLA LXIX

***Quadrirotis* medievale: dettaglio del dispositivo di precaricamento della grande matassa a torsione, inspirato alle migliori balestre coeve e ad alcune lacunose fonti.**

Nonostante le prestazioni senza dubbio notevoli di quest'ultima tipologia di catapulte, il loro sviluppo in pratica si limitò agli accennati prototipi, peraltro rapidamente dismessi. Nello stesso scorcio storico, infatti, aveva gradatamente preso piede, fino a divenire l'artiglieria meccanica per antonomasia una macchina di gran lungo più potente ed affidabile: il trabocco.



Artiglieria Medievale a Gravità

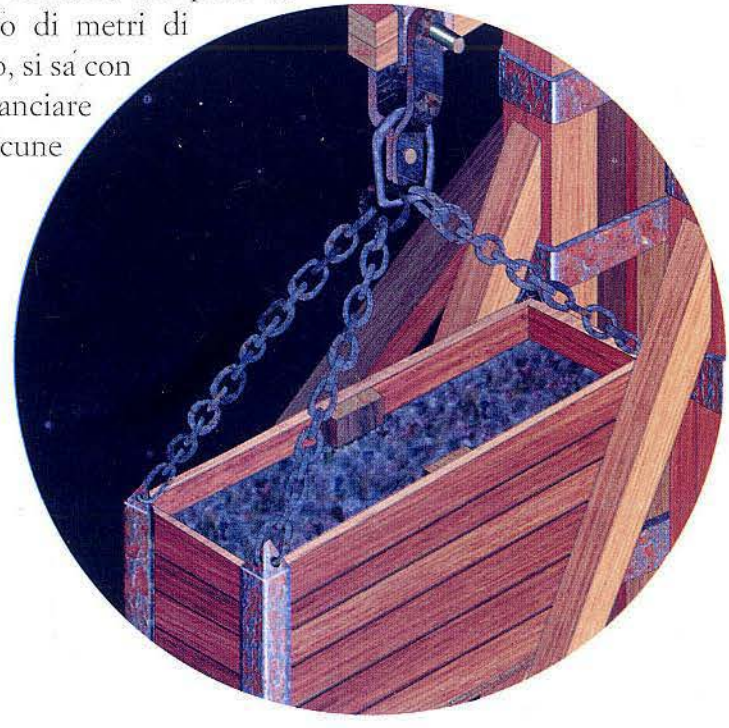
Il Trabocco

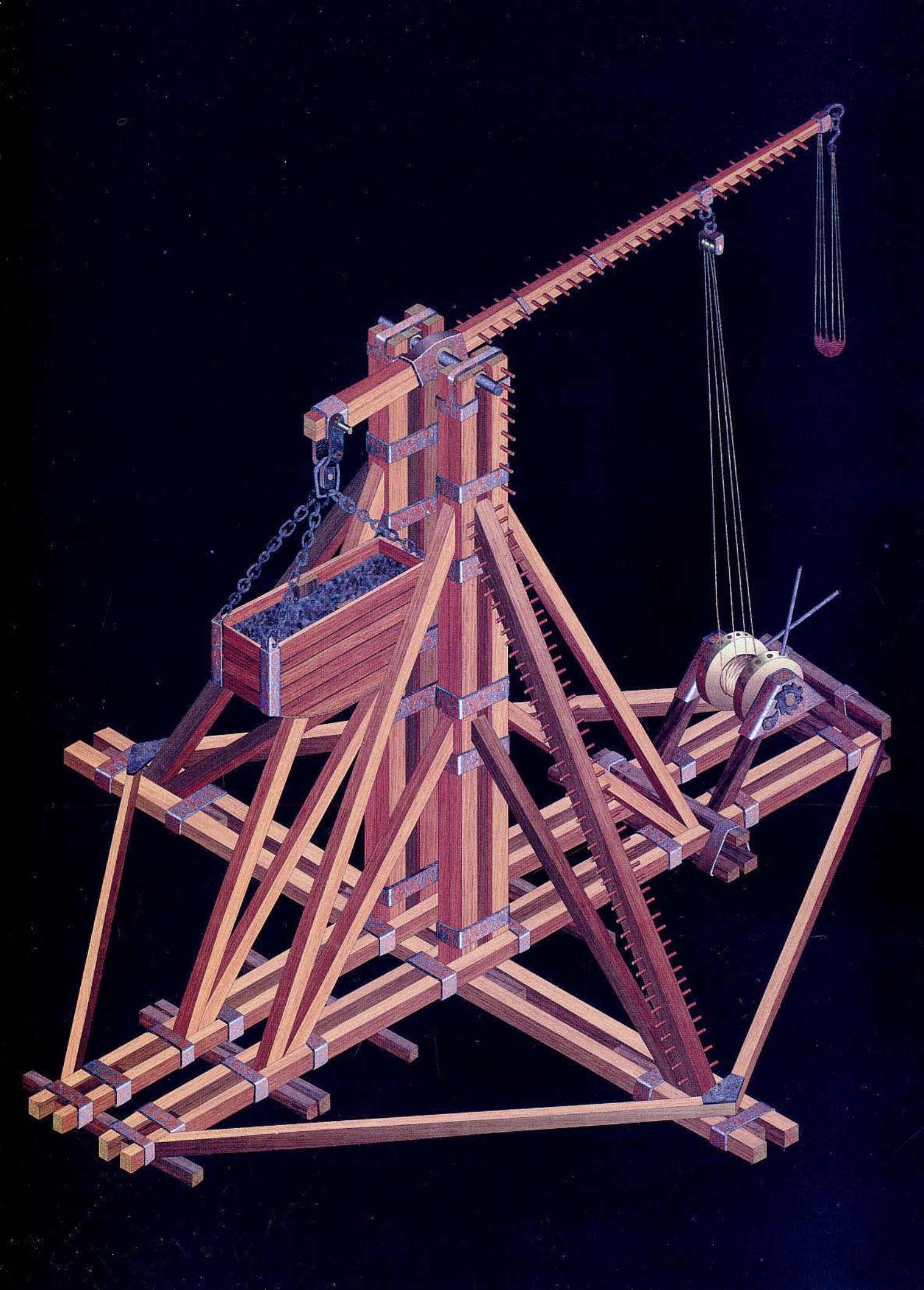
TAVOLA LXX

Ricostruzione grafica di un grande trabocco medievale, alto circa 15m con contrappeso di oltre 10t e capace di scagliare una massa di 5q a circa m 200 di distanza.

Il criterio costruttivo del trabocco risulta semplicissimo, in quanto l'arma consisteva in una trave rotante imperniata su di un asse che la suddivideva in un braccio lungo e uno corto. Il maggiore terminava con un'imbracatura, o fionda, per il proiettile, il minore con un contrappeso. Quando l'arma era pronta al lancio il braccio corto puntava verso l'alto per piombare fulmineamente in basso appena liberato il ritegno. A quel punto il braccio lungo si alzava violentemente, trascinando la fionda che aprendosi espelleva il proietto, esattamente come quella dell'onagro secoli prima. La notevole potenza del trabocco, alla quale deve imputarsi l'abietta pratica del lancio dei cadaveri, derivava proprio dalla enorme massa del contrappeso, che fu gradatamente incrementata fino a raggiungere, non di rado, alcune decine di tonnellate. E' singolare, infine, che proprio gli studi e l'esperienze compiute per ottimizzare il funzionamento del contrappeso del trabocco, costituiscano le premesse scientifiche della scoperta dell'isocronismo del pendolo.

Conoscendo le dimensioni di un trabocco non è difficile calcolare la velocità iniziale che riusciva ad imprimere ai suoi proietti: per i tipi maggiori, e più evoluti, si attestava intorno alla cinquantina di m/sec, al di sotto quindi di quella delle catapulte e forse anche delle baliste migliori. Tuttavia considerando la rilevanza della massa che armi siffatte erano in grado di scagliare non stupisce la loro capacità di demolire opere fortificate di consistente mole da alcune centinaia di metri di distanza. Per fornire un'idea della terribile potenza delle artiglierie meccaniche a contrappeso basti considerare che una recente ricostruzione di un trabocco effettuata in Inghilterra, con un contrappeso di circa 30 tonnellate, ha scagliato una utilitaria senza motore, del peso di quasi 5 quintali ad un centinaio di metri di distanza! Relativamente al passato, si sa con certezza di trabocchi capaci di lanciare gravi di oltre una tonnellata ad alcune centinaia di metri di distanza.





Epilogo

Dopo circa tre mesi di assedio intorno a Tenochtitlàn, odierna città del Messico, le munizioni per le artiglierie spagnole iniziavano ormai a scarseggiare. A quel punto un semplice soldato, tal Sotelo, reduce dalla campagna per la conquista del regno di Napoli, si presentò a Cortes affermando di essere capace di costruire un trabocco, avendolo visto fare in Italia, in modo da poter continuare il bombardamento alla disgraziata capitale atzeca. L'offerta, manco a dirlo, fu entusiasticamente accettata, ed in pochi giorni, sotto gli sguardi atterriti degli assediati ed incuriositi dei commilitoni, l'improvvisato ingegnere eresse la sua macchina. Caricatala ed armatala con un grosso pietrone nella fionda, rimosse l'arresto: con violenza inimmaginabile, il braccio ruotò verso l'alto, spezzando uno dei ancoraggi della fionda. Questa per conseguenza si aprì prematuramente lanciando verticalmente il macigno, che raggiunta una discreta quota, piombò giù esattamente sulla macchina schiantandola!

Si concludeva così ingloriosamente la lunga esistenza delle artiglierie meccaniche: quasi venti secoli e ben tre continenti separavano in quel giorno d'agosto del 1521 a Città del Messico, gli estremi della vicenda, premessa basilare dell'attuale civiltà tecnologica.

Nel bene e nel male.

ELENCO TAVOLE

DOVE E QUANDO

Tavola 1 - A- Bassorilievo assiro con scala
B- Bassorilievo assiro con ariete ruotato

Tavola 2 - Ariete standard romano.

Tavola 3 - A- Siracusa ruderi palazzo Dioniso
B- Siracusa ruderi castello Eurialo

ARTIGLIERIA MECCANICA A FLESSIONE

Tavola 4 - Gastrafete manesco

Tavola 5 - Dispositivo di scatto

Tavola 6 - Gastrafete di Zopiro

Tavola 7 - Gastrafete di Zopiro, piante

Tavola 8 - Gastrafete di Zopiro da montagna

Tavola 9 - Gastrafete di Zopiro da montagna, piante

Tavola 10 - Balista di Caria

Tavola 11 - Balista di Caria, piante

Tavola 12 - Grande balista di Isidoro di Abido

Tavola 13 - Grande balista, piante

ELEPOLI CON ARTIGLIERIA

Tavola 14 - Raffigurazioni di torri

Tavola 15 - Elepoli di Posidonio

Tavola 16 - Apparato motore a cabestano

Tavola 17 - Apparato motore a gabbia di scoiattolo

Tavola 18 - Sistema di trasmissione

Tavola 19 - Asse motore con cuscinetto

Tavola 20 - Elepoli di Demetrio Poliorcete

Tavola 21 - Invertitore

Tavola 22 - Elepoli telescopica

ARTIGLIERIA MECCANICA A TORSIONE

Tavola 23 - Schema ancoraggio matasse

Tavola 24 - Flangie con sottoflangie

Tavola 25 - A - Flangie visione laterale
B – Altra flangia

Tavola 26 - A - L'insieme delle flangie di Cremona
B - Dettaglio flangia con sbarretta

Tavola 27 - A - Dettaglio flangie di Madhia
B – Raffronto rilievi flangie

Tavola 28 - Catapulta standard

Tavola 29 - Catapulta standard, piante

Tavola 30 - Struttura di supporto singola matassa

Tavola 31 - Gruppo motopropulsore a pannelli

Tavola 32 - Balista standard

Tavola 33 - Balista standard, piante

Tavola 34 - Gruppo motopropulsore di Vitruvio

Tavola 35 - Balista di Vitruvio

Tavola 36 - Balista di Vitruvio, piante

Tavola 37 - A - Ruote ad arpioni semidentate di Madhia

B - Ruote ad arpioni ricoperte di Madhia

Tavola 38 - Dettaglio ruota ad arpioni

Tavola 39 - Schema ancoraggio matasse a torsione

Tavola 40 - Flangia ad arpioni con sottoflangia

Tavola 41 - Catapulta di Vitruvio, veduta frontale

Tavola 42 - Catapulta di Vitruvio, piante

Tavola 43 - A – Scudo frontale catapulta IV Legio Macedonia
B – Bassorilievo funerario con prospetto catapulta

Tavola 44 - A – Pompei impronte impatti proiettili
B – idem
C – idem
D – idem

Tavola 45 - Gruppo motopropulsore di Erone

Tavola 46 - Catapulta di Erone

Tavola 47 - Catapulta di Erone, piante

Tavola 48 - Catapulta di Erone, dettaglio scatto

Tavola 49 - Gruppo motopropulsore con cilindri

Tavola 50 - Catapulta romana derivata da Erone

Tavola 51 - Carrobalista

Tavola 52 - Carrobalista, piante

Tavola 53 - A – Colonna Traiana: carrobalista
B – Colonna Traiana: catapulta
C – Pompei: palle di balista
D – idem

ARTIGLIERIA MECCANICA A RIPETIZIONE

Tavola 54 – Catapulta a ripetizione

Tavola 55 - Catapulta a ripetizione, piante

Tavola 56 - Catapulta a ripetizione. variante

Tavola 57 - Dettagli catena trasmissione

ARTIGLIERIA MECCANICA SPERIMENTALE

Tavola 58 - Elemento gruppo motopropulsore pneumatico

Tavola 59 - Elemento gruppo con molle in bronzo

Tavola 60 - A – Cranio con foro di berrettone
B – Resti catapulta di Ampurias

ARTIGLIERIA MECCANICA MONOBRACCIO

Tavola 61 - Onagro

Tavola 62 - Onagro, piante

ARTIGLIERIA MEDIEVALE A FLESSO-TORSIONE

Tavola 63 - Grande balestra da torno

Tavola 64 - Balestra da torno, piante

Tavola 65 - Dettaglio riduttore

Tavola 66 - Dettaglio sgancio

Tavola 67 - Quadrirotis medievale

Tavola 68 - Quadrirotis medievale, piante

Tavola 69 - Dispositivo precarica

ARTIGLIERIA MEDIEVALE A GRAVITA'

Tavola 70 - Mangano

N. cat. 6660

ISBN 88-87940-30-4

9 788887 940305 >

Codice ISBN 88-87940-30-4

L. 60.000
€ 30,98

BIBLIOTECA